

# Microalgas acuáticas:

La otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana

Marcela Núñez-Avellaneda (Editora). 2008.  
Microalgas acuáticas: La otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana.  
Bogotá, D. C., Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- SINCHI).  
© Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI  
Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial

Esta publicación no podrá ser reproducida en forma alguna, total o parcialmente, sin la previa autorización escrita del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – SINCHI

Primera edición Diciembre de 2008  
Reservados todos los derechos  
ISBN: XXXXXXXXX  
ISBN (versión en línea):

#### Investigación

Marcela Núñez-Avellaneda  
Lili Johana Marciales-Caro  
Marisol Beltrán Gutiérrez

#### Fotografía

Marcela Núñez-Avellaneda, Lili Johana Marciales, Marisol Beltrán,  
Liliana Palma Silva, Helber Bermúdez, Jhon Jairo Díaz-Olarte

#### Ilustraciones

Oscar Romero

#### Cartografía

Sonia Mireya Sua Tunjano. Grupo Flora. Instituto SINCHI

#### Coordinación Producción Editorial

Diana Patricia Mora Rodríguez.

#### Diseño y diagramación

Julián Hernández

Cítese el libro como:  
Cítese cada capítulo de acuerdo con el siguiente ejemplo:  
CYANOPHYTA: Cyanophyceae  
Marcela Núñez-Avellaneda & Lili Johana Marciales-Caro



**LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS**  
*Directora General*

**ROSARIO PIÑERES VERGARA**  
*Subdirectora Administrativa y financiera*

**DANIEL FONSECA PÉREZ**  
*Subdirector Científico y Tecnológico*

**JUAN CARLOS ALONSO GONZÁLEZ**  
**MARCELA NÚÑEZ-AVELLANEDA**  
**EDWIN AGUDELO CÓRDOBA**  
*Grupo Ecosistemas Acuáticos*



## **Autores**

### **ANALÍA TOLIVIA**

Tesista Doctoral. Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires. República Argentina.

atolivia@bg.fcen.uba.ar

### **ANDRÉS BOLTOVSKOY**

Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. República Argentina

anvoltov@fcnym.unlp.edu.ar

### **EDGAR JAVIER BARÓN**

Candidato a Doctor. Universidad del Valle, Cali, Colombia

ejrbaron@gmail.com

### **LILI JOHANA MARCIALES CARO**

Bióloga. Universidad Nacional de Colombia  
lilimarciales@gmail.com

### **LINA MARÍA GONZÁLEZ-GONZÁLEZ**

Bióloga. Universidad Nacional de Colombia. Candidata a Magister en Ecología de la Universidad Nacional de Colombia.

linagonzal@yahoo.es

### **MARCELA NÚÑEZ AVELLANEDA**

Licenciada en Biología y Magister en Estudios Amazónicos. Investigadora Asociada del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. Leticia (Amazonas) Colombia

mnunez@SINCHI.org.co

### **MARÍA SUSANA VIGNA**

Doctora en Biología del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la Universidad de Buenos Aires. República Argentina

vigna@bg.fcen.uba.ar

### **RICARDO OMAR ECHENIQUE**

Doctor en Ciencias. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata. República Argentina rechen@fcnym.unlp.edu.ar

**SILVIA ESTELA SALA**

Doctora en Ciencias. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de la Universidad Nacional de La Plata.  
República Argentina  
sesala@fcnym.unlp.edu.ar

**VISITACIÓN CONFORTI**

Doctora en Ciencias Biológicas. Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental de la Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad de Buenos Aires.  
República Argentina. CONICET  
conforti@bg.fcen.uba.ar

## Agradecimientos

**E**xpreso mis más sinceros agradecimientos al Instituto SINCHI en cabeza de la Dra. Luz Marina Mantilla Cárdenas, Directora General, y la Dra. Rosario Piñeres Vergara, Subdirectora Administrativa y Financiera, por su apoyo y confianza para realizar este trabajo.

Los resultados conjugados en este libro representan esfuerzos de investigación apoyados por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial a través de los Proyectos BPIN “Aprovechamiento y Manejo Integral de la Pesca, Proyecto Binacional de Cooperación Técnica Internacional” para las campañas realizadas en la cuenca del río Putumayo e “Investigación sobre el estado actual y aprovechamiento sostenible de los recursos hidro-

biológicos de la Amazonia colombiana”, que además financia esta publicación.

Agradezco a la Universidad Nacional de Colombia, Sede Amazonia por el préstamo de equipos, bibliografía y en especial al profesor Santiago R. Duque por la interacción científica sostenida a lo largo de estos años. A la Convención de Ramsar por medio del Fondo de Pequeñas Subvenciones a través del Proyecto SGF/00/COL/1; a la Red Latinoamericana de Botánica mediante la beca otorgada RLB-04-P2-Tyler Price 2004 y al Instituto Nacional de Desarrollo- INADE del Perú por su apoyo logístico en el río Putumayo. Al Dr. Pablo Emilio Cruz Casallas, Director del Grupo de Investigación en reproducción y toxicología del Ins-

tituto de Acuicultura de la Universidad de los Llanos y la la Fundación Micros por el préstamo del equipo de fotografía al microscopio óptico.

Al personal administrativo y amigos del Instituto SINCHI en Leticia Eugenia, Nelly, Lilia, Sandra y William, gracias por el apoyo y colaboración en las diferentes fases de trabajo. A Hernando Valdés Carrillo, anterior Coordinador de la Sede en Leticia del Instituto SINCHI; a Diana Mora por su entusiasmo, acompañamiento y coordinación editorial; a Edwin Agudelo, mi colega y amigo del grupo de Ecosistemas Acuáticos, por la dedicación y constante compañía. Y por supuesto, a los pobladores ribereños indígenas y colonos que siempre acompañaron y participaron en las actividades de campo, brindando sus conocimientos en muchas de las investigaciones.

Un especial reconocimiento a Juan Carlos Alonso González, amigo, compañero y coordinador del Grupo de Ecosistemas Acuáticos del Instituto SINCHI quien incentivó la realización de la presente publicación gracias a su disposición, comprensión y respaldo constante.

A mi **Familia**, Santiago y Julián, quienes por el sólo hecho de estar junto a mí, me dan el apoyo y la fuerza para seguir adelante con mi profesión y en mi hogar.

Un especial agradecimiento a Santiago R. Duque por presentarme el maravilloso mundo de las algas y por mostrarme que cada especie, por más pequeña que sea, tiene una gran importancia en nuestro planeta. Desde el animal más grande de la selva, hasta la más minuciosa especie acuática, casi invisible, casi imperceptible, vive su ciclo perfectamente hecho. De esta manera, el mundo que se abre ante nuestros ojos nos demuestra una vez más que así como una especie se alimenta gracias a otra, aprende, convive, se ayuda y se respeta, los seres humanos participamos en ese mismo juego en donde no podríamos vivir sin el otro, sin ese que nos da la fuerza para seguir adelante, que nos alimenta de amor para levantarnos cada mañana. A Santiago, mi esposo y amigo, gracias por mostrarme que de una u otra forma, vivimos juntos en este ciclo de vida.

# Tabla de contenido

## ÍNDICE

Agradecimientos

Prólogo

Presentación Institucional

- I. Introducción
- II. Generalidades de la Amazonia colombiana: suelos, geología y vegetación
- III. Ríos, lagos y pantanos: ubicación geográfica y tipos de agua
- IV. Método de colecta y análisis de las microalgas
- V. Generalidades morfológicas y adaptativas de las microalgas
  - Relación de las algas con otros grupos biológicos
    - De lo simple a lo complejo en la organización celular de las algas
    - Los tamaños de las algas: de la pulga al elefante
    - Donde viven las algas?
    - Fotosíntesis y heterotrofia a nivel microscópico
    - Generalidades sobre la clasificación de las algas
- VI. Microalgas acuáticas amazónicas Biodiversidad y

- VII. Clave para la identificación taxonómica a nivel de clase  
VIII. Géneros de algas de la Amazonia colombiana

## CYANOPHYTA

### 1. Cyanophyceae

- Aspectos generales
- Morfología de una Cianobacteria
- Caracteres taxonómicos para la identificación
- Sistema de Clasificación
- Géneros:

*Chroococcus* Nägeli 1849

*Aphanocapsa* Nägeli 1849

*Merismopedia* Meyen 1839

*Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault 1888

*Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault 1888

*Cylindrospermum* Kützing ex Bornet & Flahault 1888

*Pseudanabaena* Lauterborn 1915

*Lyngbya* C. Agardh ex Gomont 1892

*Oscillatoria* Vaucher ex Gomont 1892

*Phormidium* Kützing ex Gomont 1892

*Spirulina* Turpin ex gomont 1892

*Geitlerinema* (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis (1889)

*Hapalosiphon* Nägeli ex Bornet & Flahault 1886

## Prologo

**E**l agua es una fuente fundamental para los pobladores de la región amazónica, por ser origen de la vida, fuente de recursos para sustento y económico, desplazamiento, comunicación y diversión. Como parte de este entramaje que reconocemos en los ríos y lagos como mamíferos, reptiles, peces, en las aguas existen seres invisibles, imperceptibles a nuestra vista pero que sin duda alguna son fuente de alimento y vida para los demás organismos que allí habitan; son los microorganismos, encargados de circular la materia orgánica o de incorporar nueva para que este sea nuevamente aprovechada por los demás eslabones de la cadenas alimentarias. Dentro de los microorganismos están las algas o “plantas diminutas” que realizan el maravilloso proceso de la fotosín-

tesis que sustenta buena parte la vida presente en el planeta.

Conscientes de la importancia de esta vida microscópica y del papel que juega en los ambientes acuáticos, es que el Instituto SINCHI pone a disposición del público el libro “Microalgas acuáticas: la otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana” que es el fruto del esfuerzo de casi una década de trabajo conjunto de especialistas nacionales y extranjeros quienes con su experiencia en los diferentes grupos taxonómicos hacen de esta obra un libro de consulta para principiantes, estudiantes, profesionales que quieran incursionar en el mundo de las algas.

Los invito a conocer las características más importantes de cada grupo de algas que hacen

presencia en nuestros ríos y lagos amazónicos, y como este conocimiento nos da mejores elementos para comprender el delicado entramado ecológico

de los ecosistemas acuáticos amazónicos, aspecto fundamental para procesos futuros de manejo y conservación.

## Presentación Institucional

La biodiversidad amazónica es ampliamente reconocida y valorada en el planeta. En general, cuando hablamos de estos aspectos nos referimos a las extensas coberturas boscosas y la riqueza presente en su fauna; sin embargo, los ecosistemas funcionan también gracias al papel que juegan los microorganismos y sobre ellos es muy poco lo que aún conocemos.

Esta razón, es la que ha llevado al Instituto SINCHI a direccionar parte de sus esfuerzos para comprender la sorprendente biodiversidad que tenemos en los suelos y las aguas. En el 2005 se inició esta labor publicando el *Catálogo de micorrizas arbusculares* que recoge la experiencia del grupo de investigación en Fertilidad de Suelos y que ha tenido como objetivo principal la recupe-

ración de suelos degradados y el uso de microorganismos para tal fin.

En el tema de aguas amazónicas el Instituto SINCHI tiene una amplia trayectoria con su Grupo Ecosistemas Acuáticos, enfocándose en aspectos pesqueros y limnológicos de los ríos y lagos de la cuenca. Varias de sus publicaciones se encuentran en el ámbito científico con un público lector en general especialista; sin embargo, nuestra misión también es contribuir a que los pobladores amazónicos y las personas interesadas en la región tengan una mayor comprensión del gran ecosistema amazónico y así puedan valorar su importancia local, regional, nacional y mundial.

Por ello, este documento presenta la microdiversidad acuática amazónica de manera sencilla y

a la vez técnica, con el cual se espera sirva como base de trabajo para nuestros docentes de escuelas y colegios, para nuestros estudiantes escolares y para estudiantes de diversas áreas, que en su formación profesional requieren acercarse a comprender el mundo de las aguas. Sin dejar a un lado al público interesado en ampliar su conocimiento personal.

Nuestra intención con esta publicación, como con otras que el Instituto viene adelantando, es motivar al público amazónico y a todos los interesados en esta región, a valorar la importancia de su manejo y conservación para el futuro de Colombia y del Planeta.

**LUZ MARINA MANTILLA CÁRDENAS**  
*Directora General*

## I. Introducción

El estudio de la biodiversidad en la Amazonia puede decirse que inicia cuatro siglos atrás; donde diferentes naturalistas registran en sus crónicas las innumerables especies de flora y fauna, especialmente en ambientes terrestres (Von Humboldt, 1816; 1817; Von Martius, 1840-1906; Von Spix & Von Martius, 1823-31; Bates, 1848-59; Spruce, 1849-1864, en Sioli, 1984); sin embargo, este conocimiento era poco desarrollado para los ambientes acuáticos. Sólo a partir de la mitad del siglo XX se dio inicio a varios programas de trabajo a largo plazo que han logrado generar información valiosa sobre estos ecosistemas (Sioli 1984, Junk 1997, Mc Clain *et al* 2001, Núñez-Avellaneda *et al* 2006, Duque *et al* 2007, Alonso *et al* 2007). El conocimiento se ha concentrado en

la cuenca brasilera, desde Manaus a Tefé, siendo más escasas las investigaciones en la cuenca alta del Amazonas. Muchos de estos estudios corresponden a inventarios y algunos aspectos ecológicos de cianobacterias y algas (Uherkovich, 1984; Putz & Junk, 1997, Alonso *et al* 2007).

En la Amazonia colombiana el conocimiento de los ambientes acuáticos se inicia en la década de los 90, a partir de la medición de variables físicas y químicas de agua, así como la colecta cualitativa y cuantitativa de fitoplancton y perifiton (Duque *et al*, 2007) en las cuencas de los ríos Amazonas, Putumayo, Caquetá y Guainía. Se cuenta con 290 registros de algas de las cuales 150 son nuevas citas para la región y respecto a la cuenca 30 nuevas especies. Los grupos que se han venido trabajan-

do son diatomeas, euglenoides, desmidiás y chlo-roccocales.

Este panorama muestra la importancia de con-tinuar con los estudios a nivel microscópico de las aguas amazónicas puesto que en estos niveles pueden estar las respuestas a muchos interrogantes que se tienen acerca de la dinámica de los ecosiste-mas acuáticos, ya que gran parte de los procesos y funciones de dichos sistemas comienzan por estos organismos. Además, su presencia y adaptabilidad a los cambios, tanto naturales como de tipo huma-no, los hace buenos indicadores ambientales; qui-zás una de las perspectivas más importantes a fu-turo con el estudio de estos microorganismos.

Uno de los primeros requerimientos para este uso es reconocer su presencia a través de la deter-minación taxonómica, por lo cual la presente pu-blicación *Microalgas acuáticas: La otra escala de la biodiversidad en la Amazonia colombiana* per-

mitirá a personas no especialistas identificar, a nivel de clase y género, las cianobacterias y algas presen-tes en los ecosistemas acuáticos estudiados, que en la mayoría de los casos se logra a partir de caracte-rísticas morfológicas que se pueden apreciar en un microscopio óptico convencional. El texto contie-ne siete secciones: i) Introducción; ii) Ríos, lagos y pantanos: ubicación geográfica y tipos de agua; iii) Método de colecta y análisis de las microalgas; iv) Aspectos generales de las microalgas; v) clave taxo-nómica que permite la identificación a nivel de cla-se; vi) Características biológicas y ecológicas de las clases y los géneros encontrados en cada una. Se in-clude también el sistema de clasificación y géneros de algas con nombre del autor, aspectos morfológi-cos que las diferencian, acompañada de fotografías y número de especies registradas hasta ahora en la cuenca Amazónica colombiana; vii) glosario de tér-minos viii) Bibliografía citada.

## II. Generalidades de la Amazonia colombiana

La cuenca amazónica en Colombia se puede analizar desde tres aspectos geográficos diferentes (IGAC, 1997, Gutiérrez, 2004):

1. Corredor Andino (Cordillera Oriental) donde las pendientes son pronunciadas y por ellos los ríos son corrientosos en su mayoría. En este sector los suelos son más jóvenes y con cierto grado de fertilidad, pero por las pendientes restringidos a uso agrícola. Es también en sector con mayor población humana por lo que los paisajes y la vegetación han sido fuertemente modificados en zonas abiertas y pasturas.
2. En la propia llanura amazónica se encuentran zonas de geología más antigua que corresponden al precámbrico y paleozoico y que pertenecen al escu-

do Guayanés. Los suelos por tanto son muy pobres al igual que su vegetación de porte bajo y con poco desarrollo maderable (varillajes). Esta parte cubre preferencialmente los Departamentos de Guaviare (parte sur), Guainía, Vaupés y parte norte del Amazonas. La pobreza de la región genera la baja densidad poblacional que en buena medida son comunidades indígenas nómadas.

3. La última parte son áreas de edad más jóvenes que van desde el terciario (en especial la formación Pebas) y el cuaternario ubicada en los valles de los ríos. Por la juventud del área los suelos tienen mejor fertilidad y además algunos de ellos son anegados todos los años por los ríos mejorando su potencial de uso. La vegetación es de mayor porte tanto en zonas inundadas como en partes más altas.



### III. Ríos, lagos y pantanos: ubicación geográfica y tipos de agua

**H**ace más de una década se dio inicio al estudio de los ambientes acuáticos a través de los microorganismos como las algas, principalmente a través de su composición taxonómica, densidad y biomasa a través de la clorofila-a que junto con información física y química como pH, conductividad, cationes, aniones, gases disueltos, sólidos y nutrientes permitieron caracterización y definir los tipos de aguas presentes en la Amazonia colombiana (Ver metodología).

Las campañas se realizaron en uno o dos momentos hidrológicos en varios de los ríos de la Cuenca, como son el Amazonas, Putumayo y Ca-

quetá, cerca de la frontera con Brasil (Duque *et al* 1997); el río Putumayo en toda la frontera con Perú (Núñez-Avellaneda *et al*, 2006), luego el río Caquetá en algunos afluentes del río Ortegaiza (Ricaurte *et al* 2004) y por último el sector del Guainía, en el río Inírida (Rueda, 2006). Fruto de las campañas realizadas durante este periodo y teniendo como base el modelo de los tipos de aguas en la Amazonia: blancas, negras y claras propuesto por Sioli (1950), este se adaptó a la Amazonia colombiana (Duque *et al* 1997 y Núñez-Avellaneda & Duque 2001) donde se amplió esta clasificación (Tabla 1).

**Tabla 1. Tipos de agua en la Amazonia colombiana**

Tipo de agua	Descripción	pH	Conductividad	Cationes	Aniones	Clorofila-a
Aguas blancas tipo I	Aguas de origen andino. Turbias, con alta concentración de sólidos suspendidos	5.2-7.6	135-220	1.1-2.12	1.1-2.20	2.30-23.6
Aguas blancas tipo II	Aguas de origen andino. Baja (río Putumayo) o alta (Caquetá) concentración de sólidos suspendidos. Aguas que se diluyen en su recorrido por ríos amazónicos	5.0-6.6	10-46.1	0.09-0.19	0.14-0.21	0.09-1.2
Aguas negras tipo I	Aguas de origen amazónico, media mineralización, alta turbidez y baja transparencia	6.0-7.1	20-62	0.17-0.82	0.18-1.47	4.7
Aguas negras tipo II	Aguas de origen amazónico de valles aluviales o de relieve montañoso precámbrico, muy baja mineralización, muy baja turbidez y sólidos suspendidos y alta transparencia	4.6-6.8	5.0-48.4	0.03-0.07	0.14-1.47	0.01-2.1
Aguas intermedias tipo I	Aguas de origen amazónico de planicies plioleustocénicas sedimentarias, baja mineralización, alta turbidez y sólidos suspendidos y baja transparencia	5.1-6.2	10	0.09-0.1	0.15-0.2	0.2
Aguas intermedias tipo I	Aguas de origen amazónico de baja mineralización, baja transparencia. Se diferencia del tipo I por poseer menor turbidez	5.0-6.0	10-12	0.08-0.14	0.10-0.23	0.01-0.4

**Fuente:** Núñez-Avellaneda & Duque 2001

Cuando se refiere al río Amazonas y sus lagos de inundación se llaman aguas blancas tipo I, mientras que en los ríos Putumayo, Caquetá y Guainía, por menor mineralización de las aguas, son aguas blancas tipo II. Las aguas negras nacen en la llanura amazónica y provienen del escudo de las Guyanas; las que están al sur cerca del Amazonas por influencia marina antigua son más ricas y por ello se llaman aguas negras tipo I, mientras que los ambientes asociados a los otros ríos son aguas negras tipo II. También se registran las aguas intermedias (Dunque *et al*, 1997) que corresponden a sistemas con baja productividad pero con alta turbidez por que se originan en áreas plioleistocénicas de la llamada formación Pebas que predomina en muchos sectores de la Amazonia no inundable. Las aguas intermedias tipo I ocurren en sectores próximos al río Amazonas, y las tipo II más cerca del Putumayo.

Los ambientes acuáticos visitados son:

- Cuenca alta del río Caquetá:  
Altitud: entre 200 y 800 msnm  
Municipios: Florencia, Morelia, Belén de los Andaquíes, Albania, Milán, Valparaíso y Montañita.

Corregimiento: La Pedrera

Ambientes acuáticos: 32 entre quebradas, ríos, lagos, cananguales y pantanos.

- Cuenca del río Putumayo:  
Altitud: entre 66 y 196 msnm  
Municipios: Este tramo corresponde desde el municipio de Puerto Leguísimo hasta el corregimiento de Tarapacá, en los Departamentos del Putumayo y Amazonas (Colombia) y, en el Perú, corresponde a las Provincias de Loreto, Maynas y Mariscal Ramón Castilla.  
Ambientes acuáticos: 46 entre tributarios, lagos y canal principal.
- Cuenca del río Inírida:  
Altitud: 86 y 112 msnm  
Municipios: Puerto Inírida  
Ambientes acuáticos: Laguna Gente, Chorrobocón y Caño Tonina
- Cuenca del río Amazonas:  
Altitud: hasta 100 msnm  
Municipios: Leticia y Puerto Nariño  
Ambientes acuáticos: 31 que incluye puntos en el río Amazonas, lagos y tributarios

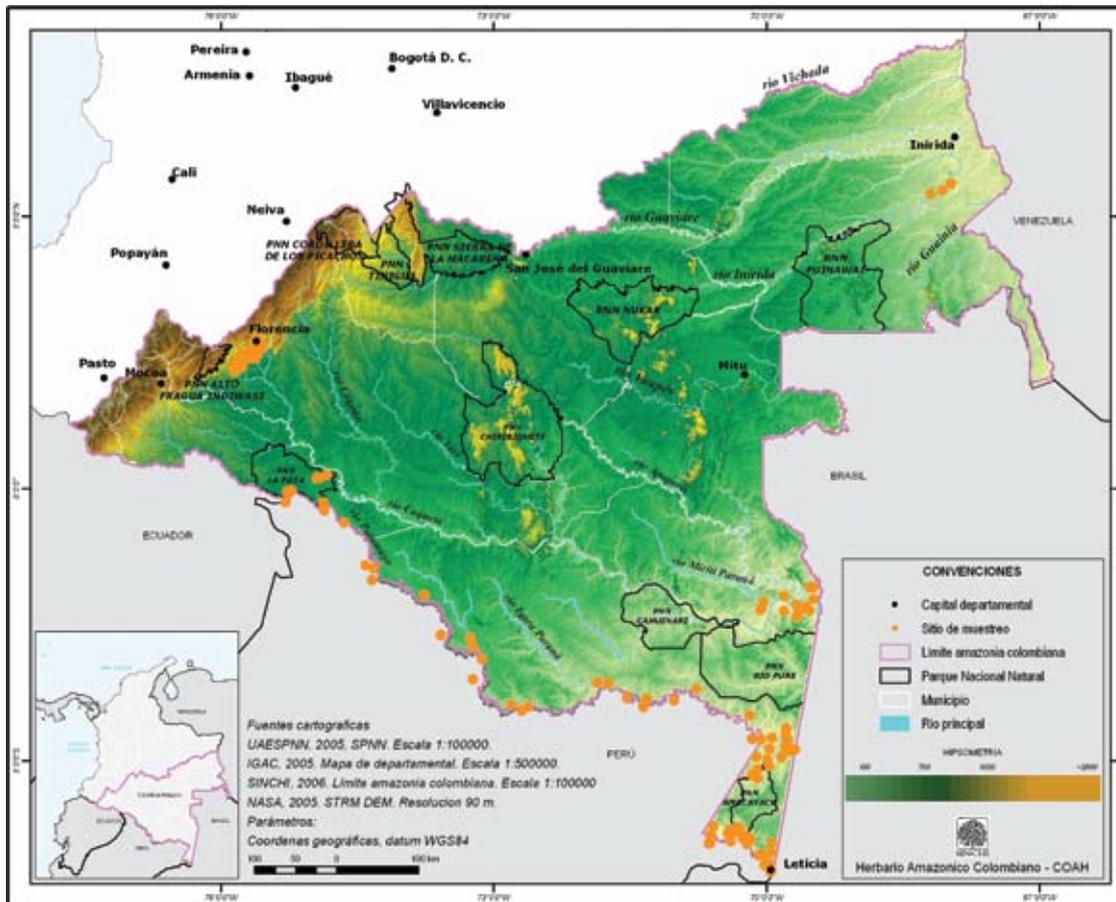


Figura 1. Ecosistemas acuáticos visitados en la Amazonia colombiana

CUENCA	CODIGO	ECOSISTEMA ACUATICO	COORDENADAS	
CAQUETA	1	Lago Taraira	1°05'09.88"	69°31'18.33"
CAQUETA	2	Quebrada Córdoba	1°21'05.67"	69°48'33.54"
CAQUETA	3	Quebrada Tonina	1°20'31.96"	69°31'44.57"
CAQUETA	4	Lago Oscar	1°23'04.29"	69°38'49.09"
CAQUETA	5	Quebrada San Francisco	1°24'41.88"	69°40'13.84"
CAQUETA	6	Quebrada Negra	1°20'14.35"	70°04'09.13"
CAQUETA	7	Lago Negro	1°19'27.99"	70°03'23.11"
CAQUETA	8	Quebrada Estación Caparú	1°05'14.68"	69°29'06.61"
CAQUETA	9	Quebrada Izáciga	1°16'38.46"	69°40'26.98"
CAQUETA	10	Río Miritiparaná	1°14' 37.11"	70°02'05.68"
CAQUETA	11	Río Apaporis	1°13'02.79"	69°29'07.56"
CAQUETA	12	Río Caquetá Pedrera	1°18'29.72"	69°33'36.24"
CAQUETA	13	Quebrada Amauri	1°10'50.19"	69°48'21.80"
CAQUETA	14	Río Traira	1°05'14.68"	69°29'06.61"
CAQUETA	15	Madre vieja Aeropuerto	1°35'39,285"	75°34'55,026"
CAQUETA	16	Cananguchal Vereda "El Venado"	1°32'31,090"	75°39'03,119"
CAQUETA	17	Bosque inundable centro Macagual	1°30'49,589"	75°40'24,922"
CAQUETA	18	Bosque inundable Quebrada La Turbia	1°28'55,769"	75°35'19,806"
CAQUETA	19	Quebrada La Perdíz	1°40'00,085"	75°36'01,614"
CAQUETA	20	Laguna El Carmen	1°36'23,195"	75°32'31,825"
CAQUETA	21	Cananguchal Vereda Lagunilla	1°27'23,297"	75°40'17,111"
CAQUETA	22	Madre Vieja Rio bodoquero	1°26'15,494"	75°37'28,528"
CAQUETA	23	Cananguchal Vereda Palmarito	1°26'08,881"	75°42'17,120"
CAQUETA	24	Cananguchal Vereda Sinaí	1°26'06,577"	75°44'24,324"
CAQUETA	25	Cananguchal Vereda La Hacienda	1°28'42,389"	75°45'54,620"
CAQUETA	26	Bosque inundable vereda La Unión	1°17'16,887"	75°51'16,707"
CAQUETA	27	Isla El Hospital	1°22'19,595"	75°48'04,417"

CUENCA	CODIGO	ECOSISTEMA ACUATICO	COORDENADAS	
CAQUETA	28	Bosque inundable Vereda El Galán	1°20'56,492"	75°51'36,423"
CAQUETA	29	Bosque inundable vereda El Mesón	1°24'11,891"	75°48'56,619"
CAQUETA	30	Represa La Mono	1°18'46,184"	75°48'51,925"
CAQUETA	31	Madre vieja Puerto Arango	1°33'16,491"	75°32'14,005"
CAQUETA	32	Madre vieja San Luis	1°36'14,699"	75°36'16,030"
PUTUMAYO	33	LAGO Tipisca Grande	3°05'50.19"	70°05'56.50"
PUTUMAYO	34	Quebrada Muñeca	3°11'08.48"	70°05'48.60"
PUTUMAYO	35	Quebrada Pupuña	2°57'05.67"	70°06'50.16"
PUTUMAYO	36	Quebrada Lorena	3°03'09.31"	69°58'18.19"
PUTUMAYO	37	Quebrada Pupuñita	2°59'07.48"	69°59'24.29"
PUTUMAYO	38	Caño Pimate	2°51'59.60"	69°57'56.07"
PUTUMAYO	39	Caño Sucuruyu	2°57'42.87"	69°50'14.80"
PUTUMAYO	40	Caño Ventura	2°50'52.96"	69°46'48.92"
PUTUMAYO	41	Lago Ventura	2°45'52.04"	69°45'42.16"
PUTUMAYO	42	Lago Quinina	2°52'55.12"	69°46'56.03"
PUTUMAYO	43	Río Putumayo Frontera	2°52'25.54"	69°41'11.54"
PUTUMAYO	44	Lago Grande	2°43'02.58"	69°47'13"
PUTUMAYO	45	Lago San Cristóbal	2°50'01.97"	69°47'47.81"
PUTUMAYO	46	Río Cotuhé Baja	2°53'20.49"	69°44'41.82"
PUTUMAYO	47	Río Cotuhé Alta	3°09'19.60"	70°09'40.17"
PUTUMAYO	48	Río Putumayo Tarapacá	2°53'08.51"	69°43'53.72"
PUTUMAYO	49	Río Güeppi	0°08'52"	75°17'11"
PUTUMAYO	50	Quebrada La Paya	0°01'21"	75°13'20"
PUTUMAYO	51	Río Putumayo En Leguízamo	0°14'21"	74°51'32"
PUTUMAYO	52	Río Caucaýá	0°09'07"	74°52'29"
PUTUMAYO	53	Lago Pacorá	0°22'28"	74°38'39"
PUTUMAYO	54	Río Angusilla	0°50'36"	74°24'25"

CUENCA	CODIGO	ECOSISTEMA ACUATICO	COORDENADAS	
PUTUMAYO	55	Río Putumayo en Angusilla	0°52'33"	74°19'12"
PUTUMAYO	56	Río Yubineto	01°00'27"	74°20'19"
PUTUMAYO	57	Caño Itiquilla	01°10'19"	73°45'36"
PUTUMAYO	58	Río Campuya	01°36'53"	73°34'47"
PUTUMAYO	59	Río Putumayo en El Encanto	01°44'55"	73°13'19"
PUTUMAYO	60	Río Carapará	01°38'42"	73°15'15"
PUTUMAYO	61	Lago Campana	01°52'32"	73°07'39"
PUTUMAYO	62	Río Ere	02°05'51"	73°13'40"
PUTUMAYO	63	Lago Tinta cocha	02°22'48"	72°48'22"
PUTUMAYO	64	Río Putumayo en El Estrecho	02°26'47"	72°41'29"
PUTUMAYO	65	Lago Cedro cocha	02°24'03"	72°37'03"
PUTUMAYO	66	Río Putumayo en Arica	02°08'41"	71°44'18"
PUTUMAYO	67	Río Igarapará	02°08'01"	71°51'40"
PUTUMAYO	68	Lago Bufeó	02°18'13"	71°31'59"
PUTUMAYO	69	Río Mutúm	02°24'23"	71°21'12"
PUTUMAYO	70	Lago Marangoa	02°18'45"	71°18'57"
PUTUMAYO	71	Caño Corbata	02°19'52"	71°01'05"
PUTUMAYO	72	Río Pupuña	02°12'21"	70°46'16"
PUTUMAYO	73	R. Porvenir	02°29'54"	70°11'14"
PUTUMAYO	74	Río yaguas	02°45'29"	70°09'28"
PUTUMAYO	75	R. Putumayo, confluencia R. Yaguas	02°45'37"	70°03'34"
PUTUMAYO	76	Lago Gaviota	02°44'38"	69°56'18"
PUTUMAYO	77	Río Niri	02°38'43"	69°46'58"
PUTUMAYO	78	Río Putumayo en Tarapacá	02°52'35"	69°44'10"
AMAZONAS	79	Río Amazonas frente a Leticia	4° 13'12.22"	69°57'10.41"
AMAZONAS	80	Río Amacayacu	3°43'32.70"	70° 19' 08.43"
AMAZONAS	81	Río Boiauazu	3°48'21.10 "	70°36'40.85"

CUENCA	CODIGO	ECOSISTEMA ACUATICO	COORDENADAS	
AMAZONAS	82	Río Loreto Yacu	3°45'20.85"	70°24'09.44"
AMAZONAS	83	Río Calderón	3°54'18.29"	69°56'32.94"
AMAZONAS	84	Quebrada Yahuaraca	4°12'21.70"	69°57'04.59"
AMAZONAS	85	Quebrada Mata-Matá	3°48'49.49"	70°14'26.93"
AMAZONAS	86	Quebrada El Sufragio	4°00'17.43"	69°56'32.45"
AMAZONAS	87	Lago Resaca	3°51'00.28"	70°15'35.12"
AMAZONAS	88	Lago Tarapoto	3°47'18.46"	70°25'30.55"
AMAZONAS	89	Lago Tunda	4°09'07.12"	69°57'50.34"
AMAZONAS	90	Lago El Correo	3°48'03.34"	70°24'11.14"
AMAZONAS	91	Lago Yahuaraca	4°12'12.71"	69°57'03.05 "
AMAZONAS	92	Lago Tipisca	3°44'23.27"	70°18'10.57"
AMAZONAS	93	Quebrada Pacatúa	4°07'14.30"	69°58'43.33"
AMAZONAS	94	Lago Guadales	4°02'02.18"	70°02'35.05"
AMAZONAS	95	Quebrada Beatriz	4°08'49.08"	70°01'24.62"
AMAZONAS	96	Quebrada Pichuna	4°07'35.55"	69°58'12.91"
AMAZONAS	97	Quebrada Arara	4°07'13.56"	69°59'21.60"
AMAZONAS	98	Quebrada Tucuchira	4°01'58.94"	70°05'21.41"
AMAZONAS	99	Quebrada Acará Huacarí	3°51'41.14"	70°10'15.94"
AMAZONAS	100	Quebrada Cuiaté	3°51'33.68"	70°11'58.92"
AMAZONAS	101	Lago Sabala	3°51'16.04"	70°12'14.00"
AMAZONAS	102	Lago de Julio	3°50'43.24"	70°12'16.55"
AMAZONAS	103	Lago Sacambú	3°54'20.67"	70°37'57.52"
AMAZONAS	104	Río Atacuari	3°54'03.25"	70°37'41.36"
AMAZONAS	105	Lago Garza Cocha Redondo	3°54'18.33"	70°37'12.46"
AMAZONAS	106	Lago Tipisca I, II Loreto Yacu	3°43'06.79"	70°35'02.18"
AMAZONAS	107	Lago San Juan del Socó	3°53'16.79"	70°23'42.41"
AMAZONAS	108	Río Loreto Yacu	3°47'05.31"	70°21'42.55"
AMAZONAS	109	Lago El Pan	3°54'58.33"	70°12'54.26"

# Método de colecta y análisis en laboratorio de las microalgas

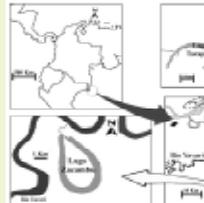
La preparación de las salidas de campo para la medición de diferentes variables físicas y químicas y la colecta de las microalgas en campo y su análisis en laboratorio se basan en

protocolos y métodos ampliamente utilizados a nivel nacional e internacional (Rueda, 2001; APHA-AWWA-WEF. 2005), los cuales se resumen en los siguientes diagramas (Figura 2):

## Fase Preliminar

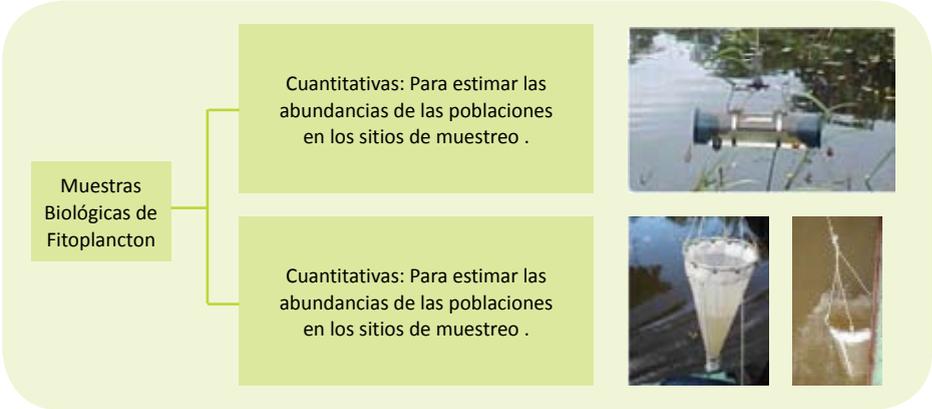
Ubicación de los puntos de muestreo de acuerdo con los objetivos de la colecta

Uso de herramientas como mapas satelitales, cartografía básica y esquemas documentados a partir de la bibliografía.



Con base en la consulta bibliográfica realizada definir métodos de muestreo, y materiales necesarios para la toma de parámetros físicos y químicos y colecta de material biológico (microalgas) en campo.





En campo

Valoración de las muestras tomadas en campo, tabulación y análisis de resultados

Para estimar la riqueza

↓  
A partir de las muestras  
**CUALITATIVAS**

↓  
Búsqueda de organismos en el microscopio óptico, y toma de fotografías o realización de dibujos.

↓  
Determinación taxonómica a partir del uso de claves pertinentes para cada grupo.

↓  
**RESULTADO:**  
Listado de organismos que habitan el ecosistema muestreado  
*(Que hay)*



Para estimar la abundancia

↓  
A partir de las muestras  
**CUANTITATIVAS**

↓  
Proceso de sedimentación de alícuotas de muestra (10-50 ml), en cámaras de útermol

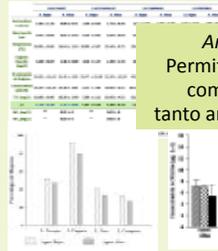
↓  
Conteo de individuos previamente identificados en las muestras  
**cualitativas**

↓  
**RESULTADO:**  
Abundancias de cada organismo en el ecosistema muestreado  
*(Cuanto hay)*

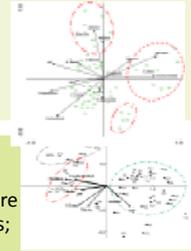
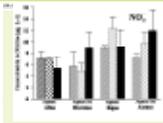


↓  
Análisis estadístico de los resultados

**Análisis descriptivos:**  
Permiten establecer como se comporta cada variable, tanto ambiental como biológica



**Análisis exploratorios:**  
Permiten buscar patrones de distribución, establecer relaciones entre variables físicas, químicas y biológicas; comprenden técnicas multivariadas.



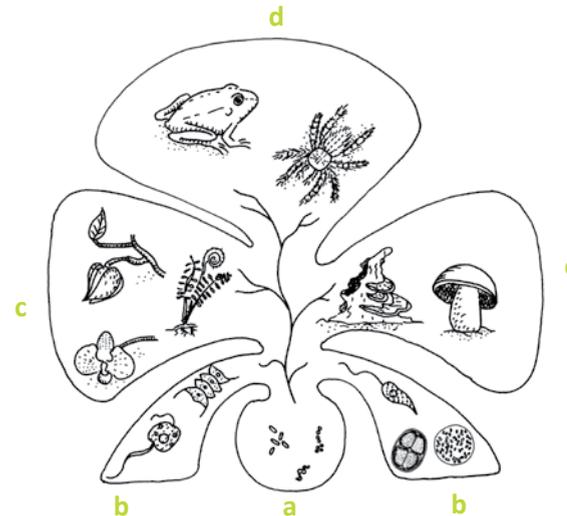


## IV. Generalidades morfológicas y adaptativas de las microalgas

Son talófitos (organismos que carecen de raíz, tallo y hojas), que tienen clorofila junto con otros pigmentos acompañantes, y carecen de estructuras estériles rodeando a las células reproductoras (Hoek *et al.*, 1995). Se reproducen de forma vegetativa por división celular o por fragmentación y por reproducción sexual.

### Relación de las algas con otros grupos biológicos

Las algas han sido ubicadas en dos grandes reinos: Mónica donde se encuentran las llamadas algas verde-azuladas o Cianobacteria (cianófitas) incluidas dentro de las Eubacterias y en el reino Protista que son organismos con células eucarióticas (Figura 3).



**Figura 3.** Relación de los grupos vivos y fósiles de la naturaleza. a) Mónica, b) Protista, c) Plantae, d) Animalia, e) Fungi

Uno de los caracteres diferenciales más importantes para la separación inicial de las clases de algas se basa en aspectos bioquímicos principalmente por el tipo de clorofila, pigmentos accesorios y material de reserva, separando las líneas verde (Euglenophyceae, Chlorophyceae y Zygnemaphyceae), parda (Cocinodiscophyceae, Fragillariophyceae, Bacillariophyceae, Chrysophyceae, Dinophyceae y Tribophyceae) y roja (Cyanophy-

ceae y Rhodophyceae (Tabla 2); líneas que indican el color característico predominante de las células producto de los pigmentos accesorios que predominan sobre las clorofilas en el caso de las líneas parda y roja (Hoek *et al.*, 1995; Graham & Wilcox, 2000). Existen otros criterios como aspectos de reproducción, ciclos de vida, presencia de flagelos, morfológicos y moleculares entre otros, que generan continuos cambios en la clasificación.

**Tabla 2.** Características bioquímicas de las clases taxonómicas (Modificado de Graham & Wilcox, 2000)

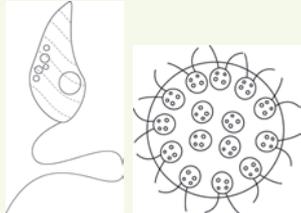
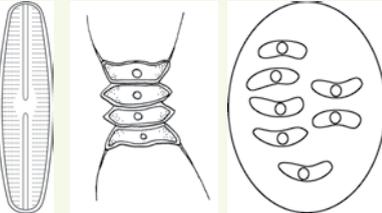
Línea	Clases	Pared celular	Material de reserva	Clorofila	Pigmentos accesorios
Roja	Cyanophyceae	Mucopéptido gran-negativo	Almidón	a y b	Ficocianina, ficoeritrina, aloficocianina
	Rhodophyceae	Internamente formada por Microfibrillas de Celulosa, xilanos y mananos	Almidón Florideas	Clorofila-a	Ficoeritrina, Ficocianina, Aloficocianina, Carotenos y Xantófilas
Verde	Euglenophyceae	Proteínas	Paramilon	a y b	Carotenos y xantófilas
	Chlorophyceae	Celulosa	Almidón	a y b	Carotenoides
	Zygnophyceae	Celulosa	Almidón	a y b	Carotenoides
Parda	Cocinodiscophyceae	Silicio	Almidón: Crisolaminaria	a y c	Fucoxantina
	Fragillariophyceae	Silicio	Almidón: Crisolaminaria	a y c	Fucoxantina
	Bacillariophyceae	Silicio	Almidón: Crisolaminaria	a y c	Fucoxantina
	Chrysophyceae	Ausente, algunas con escamas lípidos y crisolaminaria	Lípidos y crisolaminaria	a y c	Fucoxantina
	Synurophyceae	Ausente, algunas con escamas lípidos y crisolaminaria	Lípidos y crisolaminaria	a y c	Fucoxantina
	Dinophyceae	Celulosa		a y c	Peridina

## De lo simple a lo complejo en la organización celular de las algas:

Las algas presentan un rango de variación en su forma de vida o nivel de organización que involucra tanto aspectos evolutivos (Hoek *et al.*), como ecológicos (Margalef, 1978). El último autor examina los procesos de selección que dan lugar a las diferentes formas de vida del fitoplancton (Tabla

3) y señala que “las características que no cambian fácilmente como son las propiedades morfológicas, mecánicas y fisiológicas de las células, son las estrategias más favorables para su supervivencia”. Las formas de vida son: unicelulares, coloniales, filamentos, pseudofilamentos, parenquimatosas, pseudoparenquimatosas y cenocíticas de las cuales se tratarán las tres primeras formas.

**Tabla 3.** Niveles de organización de las algas

Monadal	Cocal	Trical	Heterotrical
			
Unicelulares o coloniales	Unicelulares, cenobios o coloniales	Filamentos unise-riados	Filamentos con ramifica- ciones
Algas con flagelos que pueden permanecer solitarias o reunidas en colonias	Algas sin flagelos que pueden permanecer solitarias o reunidas en colonias o cenobios	Agrupación de células que permanecen unidas después de la división mitótica	

## Los tamaños de las algas: de la pulga al elefante

Las algas aunque microscópicas para el ojo humano llegan a tener diferencias de tamaño como las que existen entre una pulga (picoplancton) y un elefante (mesoplancton). Por ello el tamaño es una característica importante para la identificación taxonómica y para otros aspectos ecológicos de los organismos; la micra ( $\mu\text{m}$ ) es la unidad de medida que equivale a una milésima parte de un milímetro. Los rangos de tamaño (Figura 4) de acuerdo a la nomenclatura de Sieburth et al (1978 en Reynolds, 2006) son:

- a. Picoplancton: 0.2-2  $\mu\text{m}$
- b. Nanoplancton: 2-20  $\mu\text{m}$
- c. Microplancton: 20 – 200  $\mu\text{m}$
- d. Mesoplancton: 200 – 2000  $\mu\text{m}$
- e. Macroplancton: >2mm

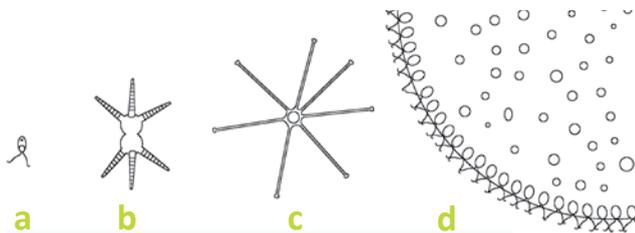


Figura 4. Tamaños de las algas a. *Chlamydomonas*, b. *Staurastrum*, c. *Asterionella*, d. *Volvox*

## Donde viven las algas?

Las algas se desarrollan en diferentes ambientes acuáticos, como son los ríos, lagos, pantanos y en general donde exista humedad, incluso en el suelo, lagos salinos y desiertos. Dentro de los ecosistemas acuáticos pueden vivir en ciertos hábitats o lugares especiales (Figura 5) que se denominan:

- a. Potamoplancton: Algas que pueden hacer parte del plancton de los ríos especialmente en zonas de baja velocidad y turbulencia.
- b. Perifiton: Algas que se sujetan o posan sobre el sustrato como rocas, troncos, hojas y la vegetación acuática (macrófitos).
- c. Fitoplancton: Algas que viven en la columna de agua de lagos, cochas, o tipiscas que hacen parte del plancton, y en la zona litoral creciendo asociadas a los tapetes de plantas acuáticas.
- d. Ticoplancton: Viven en los espacios intersticiales que dejan los macrófitos. Algunos de los géneros encontrados también pueden tener desarrollo en zonas húmedas como troncos y suelos y por ello se habla de hábitat subaéreo.

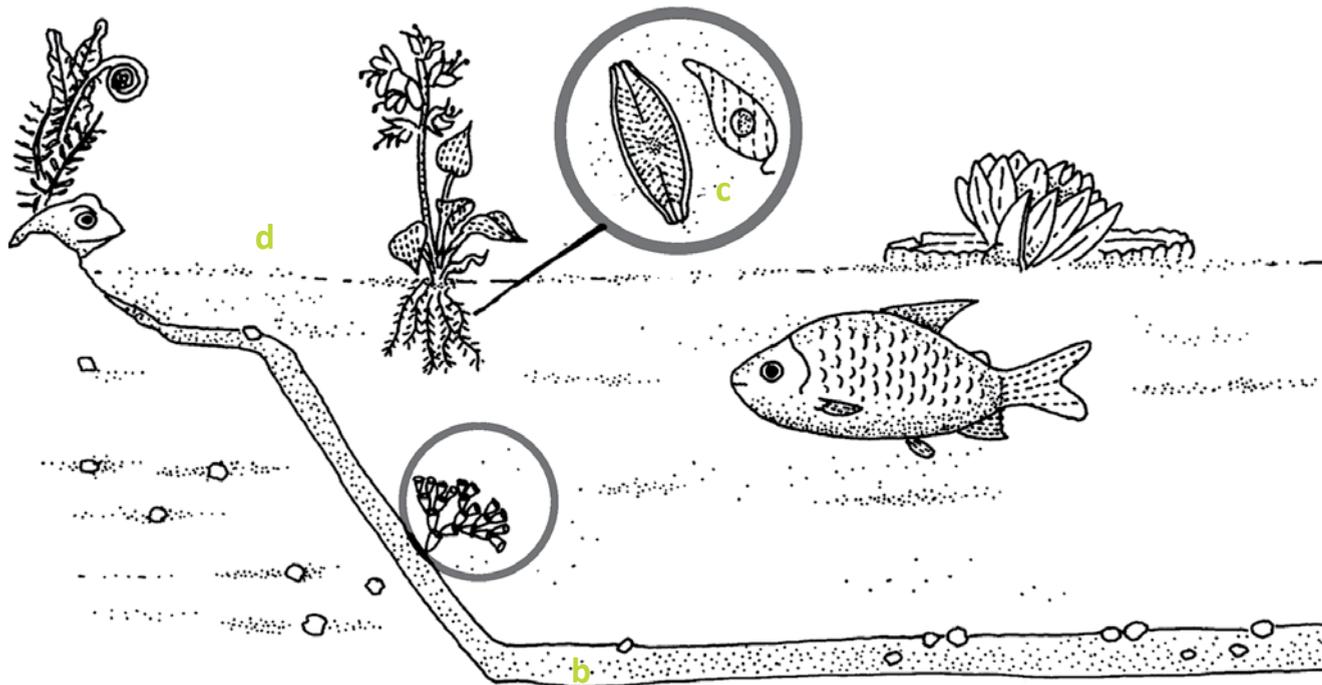
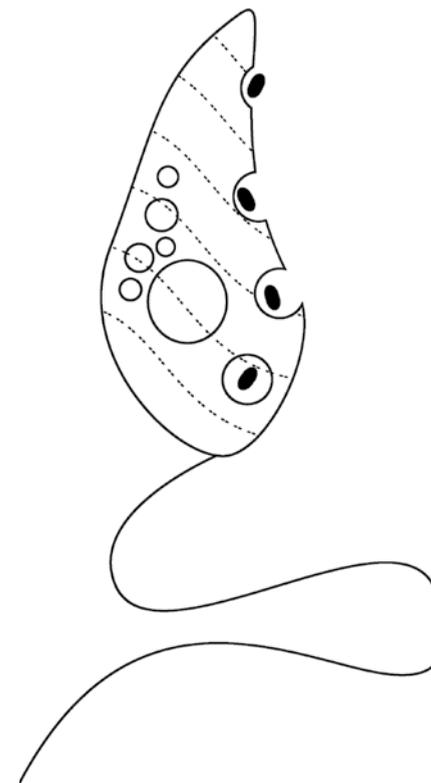
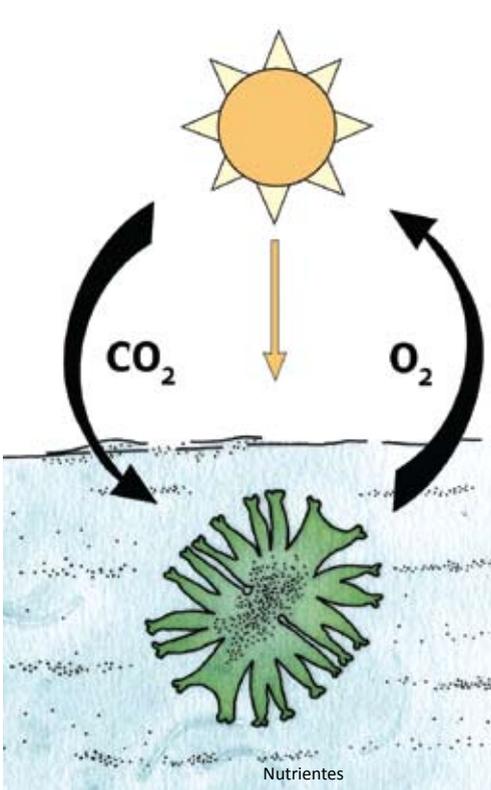


Figura 5. Distribución de las algas en los ambientes acuáticos

## Fotosíntesis y heterotrofia a nivel microscópico:

Las algas realizan fotosíntesis y fijación de carbono; sin embargo, existen grupos que son heterotróficos, es decir que obtienen por fuentes alternas su energía (Figura 6):

- Fotoautotróficas obligadas: Realizan fotosíntesis y fijación de carbono (Figura 6a).
- Heterotróficas: Capturan el carbono orgánico del ambiente externo ingiriendo partículas (fagotrofia) como se observa en la figura 6b, por la toma de compuestos orgánicos disueltos (Osmotrofia), y algunos son incapaces de sintetizar vitaminas esenciales como biotina, tiamina y B12.
- Mixotróficas: Dependiendo de las condiciones ambientales pueden funcionar como fotoautótrofas (productores) y otras veces como heterótrofos.



**Figura 6.** Fotosíntesis (a) y heterotrofia (b) a través de fagocitosis en las microalgas acuáticas

## VI. Biodiversidad microscópica en la Amazonia colombiana

La diversidad es un concepto biológico que implica el reconocimiento de la naturaleza, en aspectos que van desde los propios ecosistemas hasta los genes mismos. En general y con mayor frecuencia la diversidad se refiere a las especies potencialmente presentes en un área geográfica. Esta riqueza (Número de especies) y su densidad (Número de individuos) conforma la diversidad ecológica, mientras que la riqueza también es conocida como biodiversidad.

Esta biodiversidad es uno de los emblemas más importantes de la Amazonia, ya que una parte importante de la vida del planeta está concentrada en los bosques y en el agua de esta gran cuenca y por supuesto los niveles microscópicos también manifiestan esta magnífica explosión de vida

y las especies microalgas hacen parte de este gran escenario.

Para reconocer estas especies, desde hace siglos los naturalistas han creado las claves taxonómicas, es decir un mecanismo sencillo y rápido de poder llegar a identificar un espécimen y poderlo ubicar en un nivel taxonómico o relación evolutiva y con un nombre reconocible y universal. En nuestro caso utilizamos hasta el nivel de clase la clave llamada “dicotómica” que como su nombre lo indica se basa en poner en el contraste dos caracteres diferentes y opuestos que le permiten a la persona que desea identificar un organismo seguir uno de los dos caminos. Siempre se va desde aspectos generales a particulares hasta llegar al final a un grupo específico donde ya se le puede dar un nombre biológico.



## VII. Clave taxonómica a nivel de clase

Para utilizar la presente clave, se continúa la secuencia de numeración hasta encontrar el nombre de una clase. La clave tiene varias entradas utilizando como base si el organismo es de una célula o de varias y en este caso la disposición de las células.

Ejemplo: Se tiene el género *Batrachospermum* que es un organismo filamentosamente ramificado con pigmentos que le dan coloración azul o roja. Siguiendo la clave la secuencia de numeración para su identificación a nivel de clase sería: 1', 7, 8', 13' y 14'.

1.	Organismos de una sola célula, con o sin movimiento	2
1'	Organismos con más de una célula organizadas de diferentes formas	7
2.	Organismos con una sola célula que posee movimiento por presencia de uno o dos flagelos	3
2'	Organismos con una sola célula sin movimiento aparente, sin estructuras como flagelos	5
3.	Células flageladas de color pardo o marrón	4
3'	Células con uno o dos flagelos asomando en la parte anterior; sin placas externas pero con película debajo de la membrana que puede estar ornamentada en la mayoría de los géneros, excepto en Euglena	EUGLENOPHYCEAE

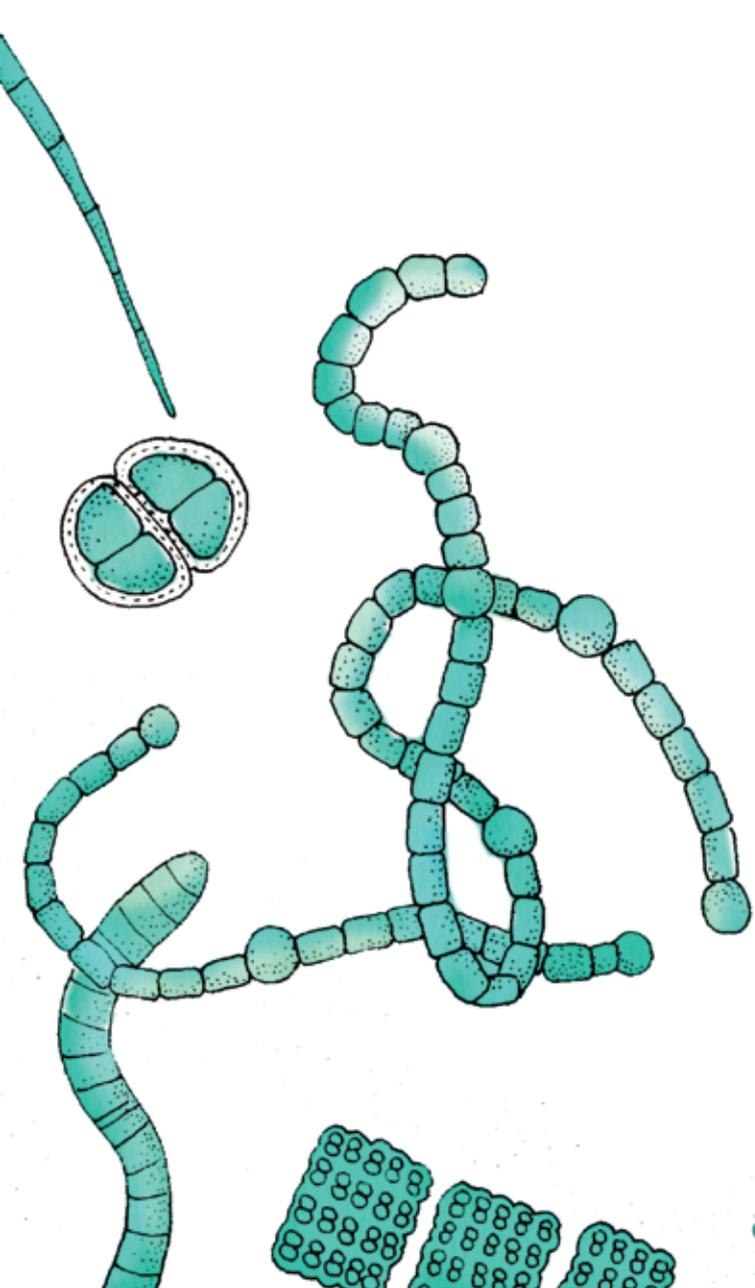
4.	Células con dos flagelos, ubicados en diferente posición, uno en la cintura o parte media de la célula y otro en el extremo posterior. Células con placas de celulosa tenues o bien marcadas	DINOPHYCEAE
4'.	Células con dos flagelos ubicados en posición anterior. Células con escamas	CHRYSOPHYCEAE
5.	Célula de pared silíceo fuertemente ornamentada y conformada por dos mitades, una mayor que la otra (en vista lateral)	6
5'.	Célula con división o incisión a nivel de pared o membrana, celulosita o celulósico-péctica, formando dos hemi-células iguales que son cada una el reflejo espectral de la otra (verse al espejo)	ZYGNEMAPHYCEAE
6.	Célula con simetría radial(Orden Centrales)	COSCINODISCOPHYCEAE
6'.	Células con simetría bilateral (Orden Pennales)	BACILLARIOPHYCEAE
7.	Organismos con varias células arregladas en forma de filamentos, bien sean uni-seriados o ramificados	8
7'.	Organismos con varias células arregladas de otras formas	15
8.	Organismos formando filamentos uni-seriados	9
8'.	Organismos con filamentos ramificados	13
9.	Organismos con filamentos uni-seriados sin organelos internos de color verde – azulado o rojo	CYANOPHYCEAE
9'.	Organismos con filamentos uni-seriados donde son conspicuos los organelos internos de colores verde y marrón	10
10.	Organismos filamentosos de color verde	11
10'.	Organismos coloniales de color marrón, con presencia de espinas	COSCINODISCOPHYCEAE y BACILLARIOPHYCEAE
11.	Organismos en filamento con cloroplastos conspicuos en formas de espiral, cinta o estrella	ZYGOPHYCEAE
11'.	Organismos en filamento con cloroplastos de otra forma y de color verde	12
12.	Filamento con célula basal modificada para fijación	OEDOGONIOPHYCEAE

12'	Filamento de vida libre	CHLOROPHYCEAE
13.	Organismos con filamentos ramificados donde el color que prevalece es verde – azulado y sin presencia de organelos internos	CYANOPHYCEAE
13'	Organismos con filamentos ramificados donde el color predominante es el verde azul o rojo, se evidencia los organelos internos	14
14.	Organismos ramificados de color verde	OEDOGONIOPHYCEAE
14'	Organismos ramificados de color azul o rojo	RHODOPHYCEAE
15.	Organismos con agrupaciones de células móviles	16
15'	Organismos de células no móviles	17
16.	Colonias con células de color verde	CHLAMIDOPHYCEAE
16'	Colonias con células de color pardo	SYNUROPHYCEAE
17.	Organismos de color verde azulado sin organelos internos en general con una envoltura de mucílago	CYANOPHYCEAE
17'	Organismos de color verde con organelos internos conspicuos	CHLOROPHYCEAE



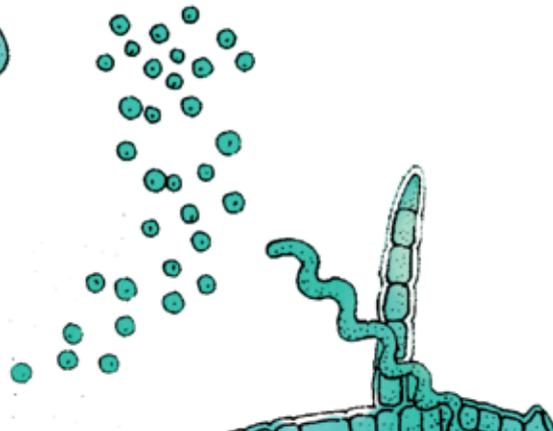
## VI. Géneros de algas de la Amazonia colombiana





## CYANOPHYCEAE

MARCELA NÚÑEZ-AVELLANEDA & LILI MARCIALES-CARO





# I. Aspectos generales

- **Nombre común:** Cianobacterias o algas verde azules.
- **Características distintivas:** Presenta las características más simples de estructura que corresponden a un organismo procarionte como son las bacterias, donde no existen membranas internas ni organelos.
- **Nivel de organización:** Unicelulares y coloniales no móviles (cocoides), filamentosas (tricales) y filamentosas con ramificación verdadera y falsa (heterotrical).
- **Pigmentos:** Clorofila a y b y pigmentos accesorios: c-ficocianina, aloficocianina, c-ficoeritrina,  $\beta$ -carotenos y xantofilas.
- **Sustancia de reserva:** Gránulos de cianoficina, poliglucano y proteínas.
- **Aspectos nutricionales:** Fotoautótrofas y heterótrofas.
- **Hábitat:** En comunidades del perifiton, bentos y en fitoplancton. También presentes en simbiosis con plantas, hongos (líquenes) y animales. Se desarrollan en aguas continentales, marinas y en ambientes subaerofíticos. En la Amazonia colombiana han sido observadas en la zona limnética de algunos lagos así como en la zona litoral están asociadas a plantas acuáticas, tanto en el ticoplancton como en el perifiton.
- **Tamaño:** Mayor de 0.5  $\mu\text{m}$  y algunas alcanzan varios mm.
- **Aspectos ecológicos:** Se han encontrado principalmente en lagos en densidades bajas y asociada a plantas acuáticas, y muy poco representadas en el plancton. Esto puede deberse a la posible limita-

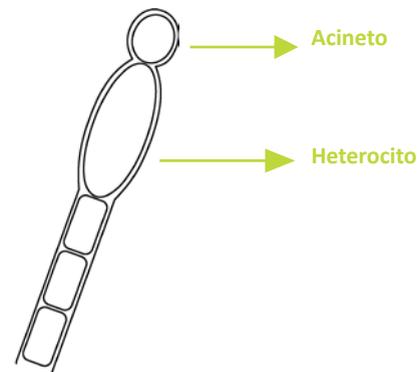
ción de nutrientes que ocurre en algunos lagos y en algunas épocas del año. Cuando cambian estas condiciones se eleva su densidad (Montenegro, 2008). En ambientes con afectación humana se pueden desarrollar afloramientos (blooms), que pueden llegar a impedir el desarrollo de otros organismos acuáticos, por cuanto algunas especies liberan sustancias tóxicas al medio. Con frecuencia los ambientes acuáticos afectados por el hombre presentan cianotoxinas que son nocivas, inclusive para la salud humana.

- **Registros en la Amazonia colombiana:** Esta presente el grupo pero no se ha trabajado con detalle su taxonomía.

## II. Morfología de una Cianobacteria:

Las células de Cianobacteria son procariontas, es decir no tienen membranas internas y por lo tanto carecen de organelos y núcleo. Pueden ser unicelulares, colonias, filamentos simples y con ramificación verdadera o falsa. En los filamentos, las células que están dispuestas en línea se conocen como tricoma y con su envoltura de mucílago es

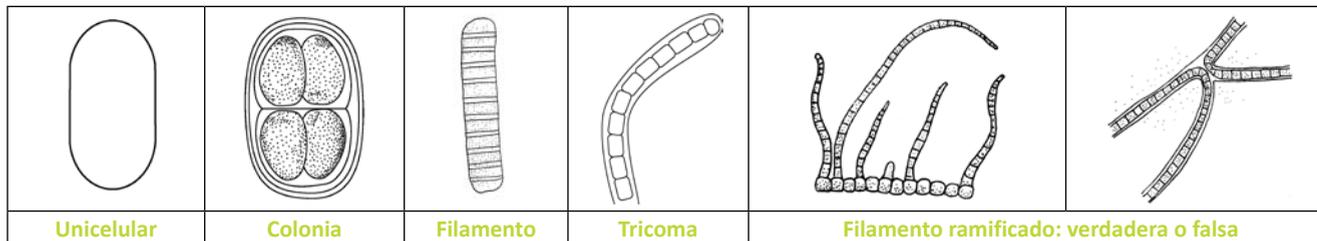
llamado filamento (ver figura). En algunos géneros se encuentran células no fotosintéticas con morfología diferente como el heterocito que puede tener posición terminal o intercalar, el cual se diferencia del resto de células por tener una pared gruesa y poros en sus extremos y cuya función es favorecer la fijación de nitrógeno. Algunas veces se encuentran los acinetos que son células con función de esporas (Anagnostidis & Komárek, 1988). Dentro de las células es posible también observar aerótopos que son vesículas de gas que le sirven al organismo para fluctuar en la columna:



### III. Caracteres taxonómicos para la identificación

La taxonomía de las Cianobacterias se basa en las formas de vida y nivel de organización que presentan y las cuales permiten definir las a nivel de **Orden**: Chlorococcales, Oscillatoriales, Nostocales y Stigonematales.

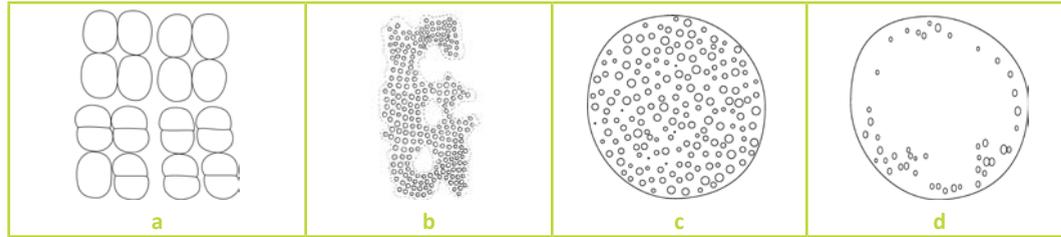
**División celular asexual:** Las cianobacterias se reproducen por medio de los baecitos, hexocitos, hormogonio, hormocisto y por división binaria, esta última se caracteriza por que cada célula se fracciona en dos células, previa división del citoplasma en diferentes planos de división o capas, en todos los casos las células hijas alcanzan la forma y tamaño original antes de la siguiente **División**:



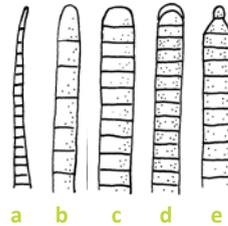
**Tipo de organización celular y medidas:** Las cianobacterias son unicelulares (solitarios, colonias o agregados) o pluricelulares filamentosos:

Las medidas que se tienen en cuenta para esta variedad de formas son el diámetro de las células, longitud, ancho del tricoma y del filamento y el espesor.

**Forma de la colonia:** Las colonias pueden ser subsféricas, tridimensionales o cúbicas (a), irregulares con un mucilago (b) amplio (c) o inconspicuo (d) o estar ausente. Sus células distribuidas en el centro, hacia la periferia o dispersas e incluso unidas por hilos mucilaginosos.



**Tipo de ápices:** Se encuentra atenuado (a), redondeado (b) o capitado (c), entre otros, puede ser iso polar (d) y heteropolares (e).



#### IV. Sistema de clasificación: Komárek & K. Agnagnostidis, 1998; Komárek & Anagnostidis, 2005

**Dominio:** Bacteria (Eubacteria)

**Reino:** Monera

**División:** Cyanophyta

**Clase:** Cyanophyceae

**Orden:** Chroococcales

**Familia:** Chroococcaceae

**Géneros:** *Chroococcus*

**Familia:** Merismopediaceae

**Géneros:** *Aphanocapsa*, *Merismopedia*

**Orden:** Nostocales

**Familia:** Nostocaceae

**Género:** *Anabaena*, *Nostoc*, *Cylindrospermum*, *Pseudanabaena*

**Familia:** Scytonemataceae

**Género:** *Scytonema*

**Orden:** Oscillatoriales

**Familia:** Oscillatoriaceae

**Géneros:** *Lyngbya*, *Oscillatoria*

**Familia:** Phormidiaceae

**Géneros:** *Phormidium*, *Spirulina*

**Familia:** Pseudanabaenaceae

**Género:** *Geitlerinema*

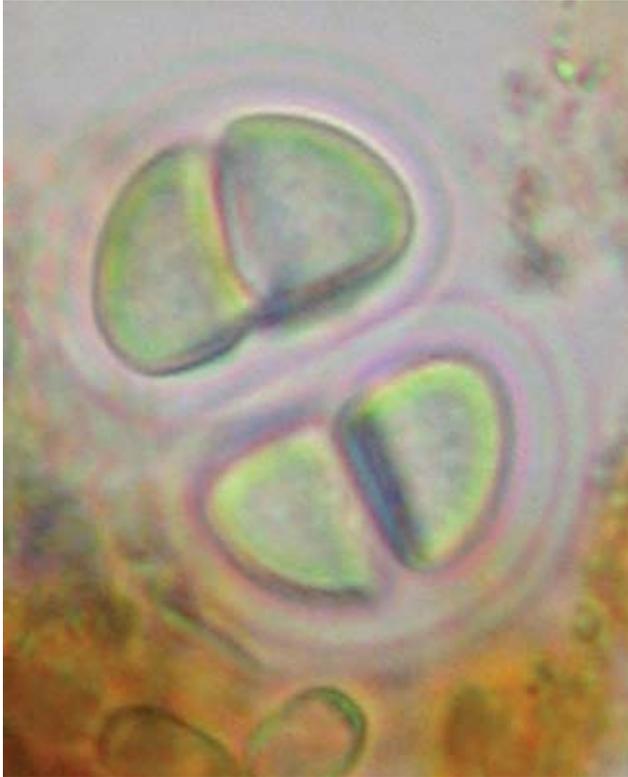
**Orden:** Stigonematales

**Familia:** Stigonemataceae

**Género:** *Stigonema*

**Familia:** Mastigocladaceae

**Géneros:** *Hapalosyphon*

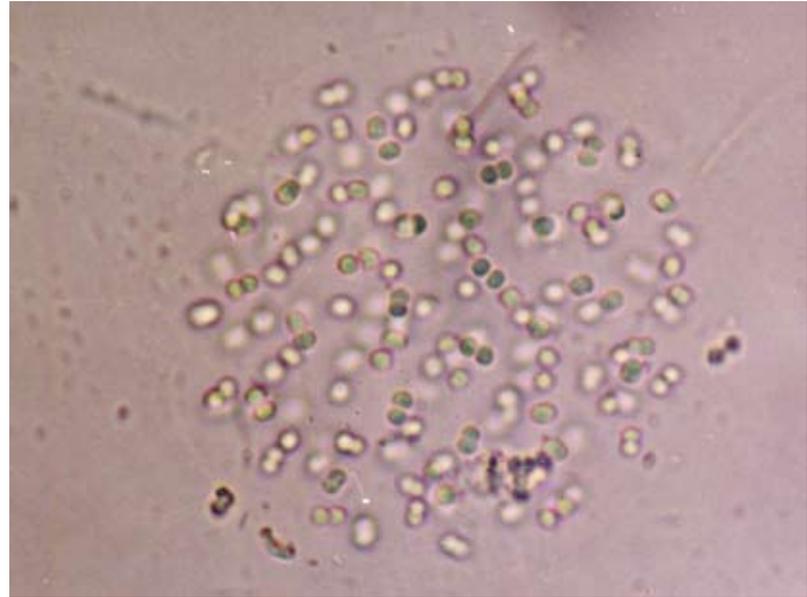


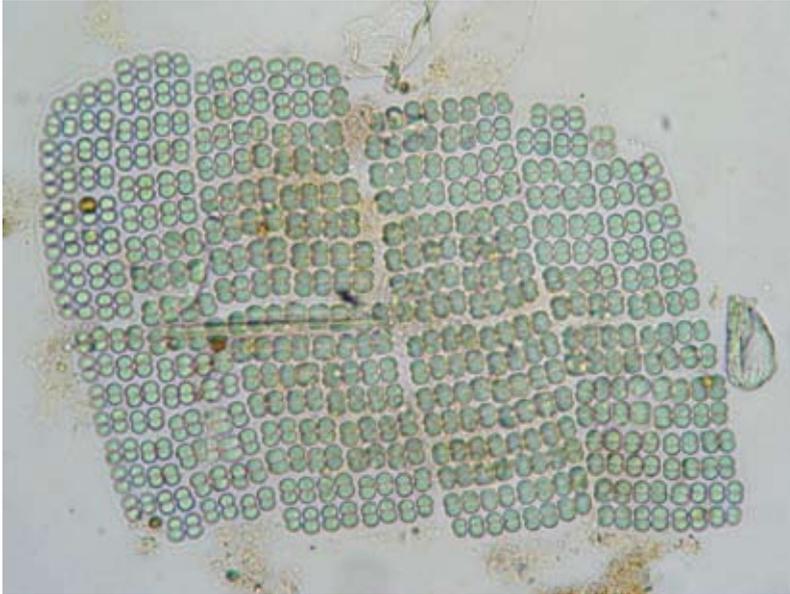
## *Chroococcus* Nägeli 1849

- **Forma celular:** La colonia puede tener 2, 4 u 8 células de forma esférica, la célula hemisférica hasta ovoidea.
- **Forma colonial:** Isopolar.
- **División celular:** Fisión binaria en 3 o más planos.
- **Envoltura celular:** Cada célula rodeada por una vaina incolora, gelatinosa homogénea o estriada.
- **Contenido citoplasmático:** Granular, con o sin aerótopos.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Chroococcus turgidus* (Kützing), *C. limneticus*, *C. cf. cumulus* (Bachmann)

## *Aphanocapsa* Nägeli 1849

- **Forma celular:** Células esféricas, sin aerótopos y distribuidas de manera dispersa dentro de la colonia.
- **Forma colonial:** Esférica o irregular.
- **División celular:** Fisión binaria en 2 planos.
- **Envoltura celular:** Matriz gelatinosa, incolora y homogénea.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Aphanocapsa* af. *elachista* (West), *A. cf. hialina* ((Lyngbye) Hansgird)





## *Merismopedia* Meyen 1839

- **Forma celular:** Células esféricas o elípticas, organizadas de manera ordenada.
- **Forma colonial:** Células organizadas en hileras perpendiculares.
- **División celular:** Fisión binaria en 2 planos entre sí y en la colonia.
- **Envoltura celular:** Incolora y homogénea.
- **Contenido citoplasmático:** Contenido celular homogéneo, aunque en algunas especies se presentan aerótopos.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Merismopedia maior* ((Smith) Geitler 1925), *M. glauca* ((Ehrenberg) Nägeli).



## *Anabaena* Bory ex Bornet & Flahault 1888

- **Forma celular:** Células esféricas o elípticas.
- **Tricoma:** Isopolar, de forma recta, curva o espiralado. Vaina mucilaginosa firme y hialina cuando está presente.
- **Heterocitos:** Ubicados de manera intercalar y solitarios.
- **Acinetos:** Redondeados, alargados o cilíndricos, de mayor tamaño respecto a las otras células. Aislados o en cadenas.
- **Aerótopos:** Presentes en las células vegetativas de especies planctónicas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Anabaena constricta* ((Szafer) Geitler), *A. circinalis* (Rabenhorst)





## *Nostoc* Vaucher ex Bornet & Flahault 1888

- **Forma celular:** Células esféricas o elípticas.
- **Tricoma:** Isopolar, densamente enmarañados y envueltos en mucílago
- **Células:** Redondas, elípticas o en forma de barril.
- **Heterocitos:** Ubicados de manera intercalar y terminal.
- **Acinetos:** Redondas, elípticas o cilíndricos y forman cadenas entre dos heterocitos.
- **Aerótopos:** Presentes en las células vegetativas de especies planctónicas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna

## *Cylindrospermum* Kützing ex Bornet & Flahault 1888

- **Forma celular:** Cilíndricas o cuadradas, con algunos gránulos.
- **Tricoma:** Isopolar, recto, curvo o irregularmente torcido y envuelto en una vaina mucilaginosa. Tricomas enmarañados.
- **Heterocitos:** Terminales y solitarios.
- **Acineto:** Siempre junto al heterocito.
- **Aerótopos:** Ausentes.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



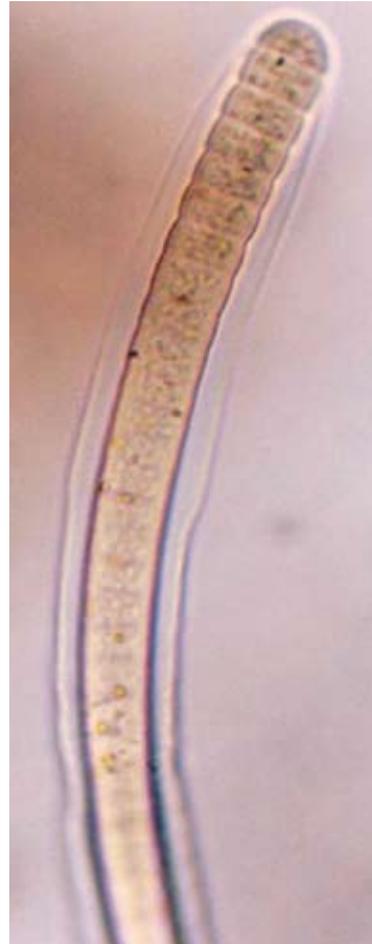


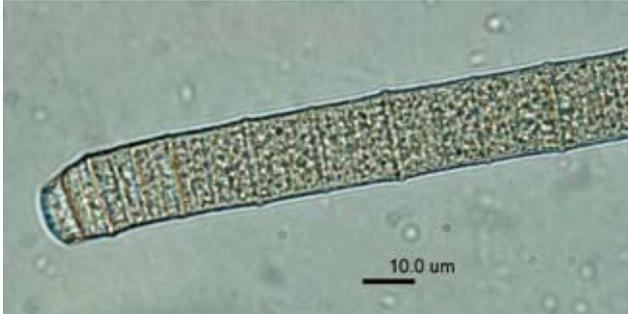
## *Pseudanabaena* Lauterborn 1915

- **Forma celular:** Células más largas que anchas, cilíndricas o raramente en forma de barril. Célula apical cilíndrica, con polos redondeados.
- **Tricoma:** Solitarios o puede formar pequeñas masas, rectos o curvos, muy finos y pueden ser cortos o largos, presenta constricciones conspicuas. No es atenuado en el ápice, con mucílago poco notorio.
- **Heterocitos:** Ausentes.
- **Acinetos:** Ausentes.
- **Aerótopos:** Presentes.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna

## *Lyngbya* C. Agardh ex Gomont 1892

- **Forma celular:** Células cortas, 4 veces más largas que anchas, discoides. Célula apical redondeada y comúnmente presenta engrosamiento apical o caliptra.
- **Tricoma:** Rectos, curvos u ondulados, con vaina mucilaginosa firme, lamelada o no, aislado o enmarañado.
- **Heterocitos:** Ausentes.
- **Acinetos:** Ausentes.
- **Aerótopos:** Ausentes excepto en algunas especies planctónicas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Lyngbya* af. *perelegans* (Lemmermann), *L. martensiana*





## *Oscillatoria* Vaucher ex Gomont 1892

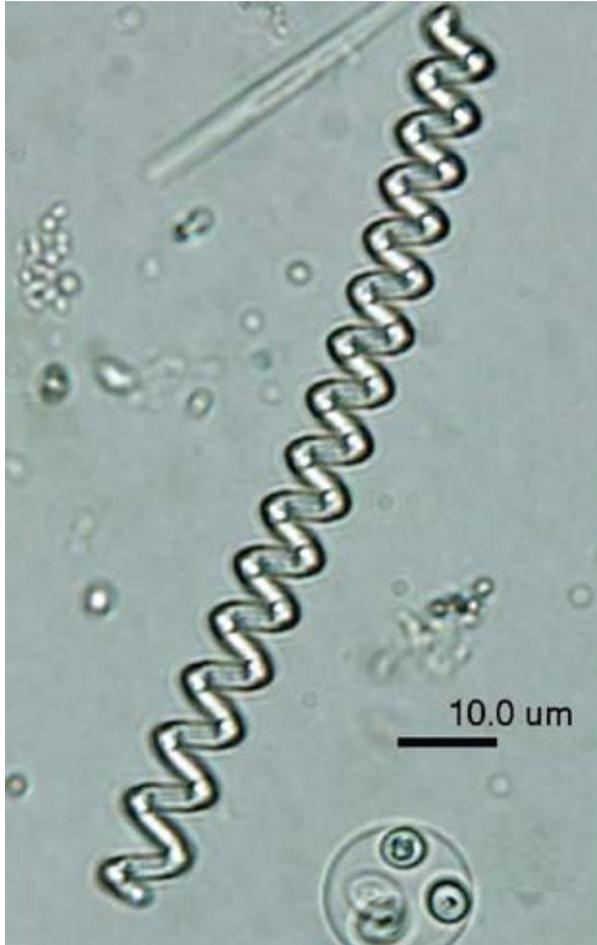
- **Forma celular:** Células cortas, 4 veces más largas que anchas, discoides. Célula apical redondeada usualmente presenta engrosamiento apical o caliptra.
- **Tricoma:** Rectos, curvos u flexuosos, sin vaina mucilaginosa. Aislado o formando masas.
- **Heterocitos:** Ausentes
- **Acinetos:** Ausentes
- **Aerótopos:** Ausentes.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Oscillatoria chlorina* (Kützing), *O. splendida* (Greville ex Gomont), *O. af. geminata* (Meneghini), *O. cf. pseudogeminata* (Schmid), *O. sancta* (Kützing), *O. af. gattulata* (Van Goor)



## *Phormidium* Kützing ex Gomont 1892

- **Forma celular:** Células isodiamétricas, un poco más largas o más cortas que anchas.
- **Tricoma:** Recto, curvo, espiralado u ondulado. Puede presentar vaina mucilaginosa hialina, delgada y homogénea. Aislado o en masas.
- **Heterocitos:** Ausentes.
- **Acinetos:** Ausentes.
- **Aerótopos:** Ausentes.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna





## *Spirulina* Turpin ex gomont 1892

- **Forma celular:** Células más largas que anchas, con septos difíciles de observar. Célula apical redondeada y sin engrosamiento polar. Aislado o en pequeñas masas.
- **Tricoma:** Cilíndrico, en espiral, no presentan constricción a nivel de los septos y no son atenuados en el ápice. Sin vaina mucilaginosa. Septos poco evidentes.
- **Heterocitos:** Ausentes.
- **Acinetos:** Ausentes.
- **Aerótopos:** Ausentes.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Spirulina* cf. *laxa* (Smith)

## *Geitlerinema* (Anagnostidis & Komárek) Anagnostidis (1889)

- **Forma celular:** Células más largas que anchas. Célula apical de forma cónica o cilíndrica, con polos redondeados o acuminados.
- **Tricoma:** Rectos o flexibles, sin vaina, generalmente atenuados en el ápice que puede ser curvo y hasta torcido. Con gránulos dispersos o localizados en el ápice.
- **Heterocitos:** Ausentes.
- **Acinetos:** Ausentes.
- **Aerótopos:** Ausentes.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna





## *Hapalosiphon* Nägeli ex Bornet & Flahault 1886

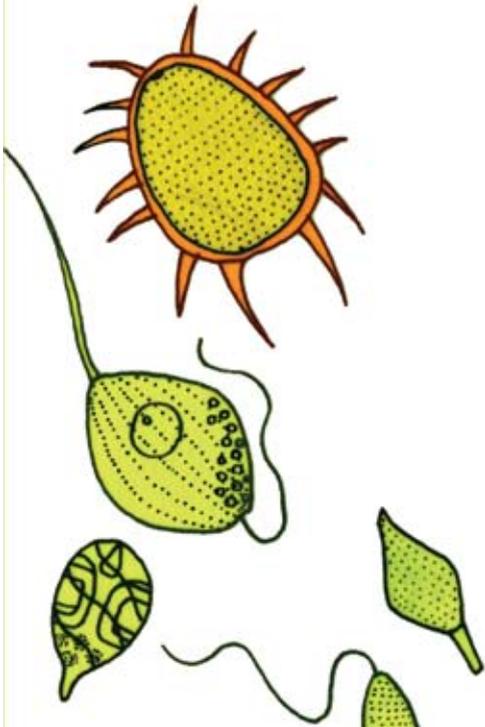
- **Forma celular:** Células con tamaño y forma variables, pero son frecuentes las células alargadas, especialmente en la parte apical de las ramas.
- **Tricoma:** Tricomas aislados o formando masas, cubiertos por mucílago fino y hialino.
- **Ramificación:** Verdadera con forma de T con ramas unilaterales.
- **Heterocitos:** Siempre presentes con posición intercalar.
- **Acinetos:** Algunas especies presentan.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna

## *Scytonema* C. Agardh ex Bornet & Flahault 1887

- **Forma celular:** Células en forma de barril o son cilíndricas o a veces comprimido-redondeadas.
- **Tricoma:** Isopolar y heterocitado. Vaina mucilaginosa evidente y lamelada. Puede estar aislado o enmarañado.
- **Ramificación:** Falsa.
- **Aerótopos:** Ausentes.
- **Heterocitos:** Intercalares, solitarios (no forman cadenas).
- **Acinetos:** Ausentes.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna

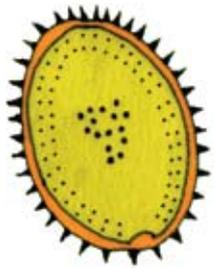






## EUGLENOPHYTA: EUGLENOPHYCEAE

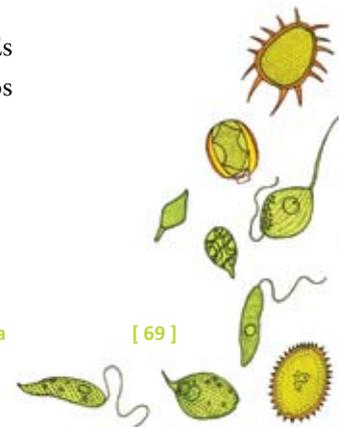
MARCELA NÚÑEZ-AVELLANEDA, ANALÍA TOLIVIA &  
VISITACIÓN CONFORTI





## Aspectos generales

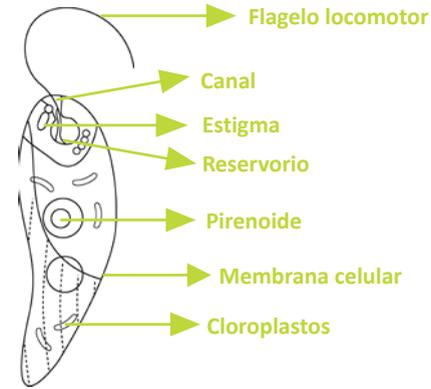
- **Nombre común:** Euglenoides.
- **Nivel de organización:** La mayoría son unicelulares monadales metabólicos (*Euglena*) y no metabólicos (*Phacus* y *Lepocinclis*), Lorigados (*Trachelomonas* y *Lepocinclis*) y coloniales (*Colacium*).
- **Pigmentos:** Clorofilas a y b;  $\beta$ -carotenos, neoxantinas, diadinoxantinas, equinenona, diatoxantina y zeaxantina.
- **Sustancia de reserva:** Paramilón.
- Aspectos nutricionales: Fotoautótrofas y heterotróficas.
- **Película:** No poseen pared celular. Es un conjunto de bandas encajadas unas dentro de otras de manera que da flexibilidad (movimiento euglenoideo) a la célula: *Euglena*. En géneros como *Trachelomonas* y *Strombomonas* la película es rígida por lo que el movimiento solo depende del flagelo.
- **Loriga:** Recubrimiento exterior de la película formado por sales de hierro o manganeso, presente únicamente en los géneros *Trachelomonas* y *Strombomonas*.
- **Estigma:** Consiste en un número de glóbulos que contienen carotenoides cuya función es fotoreceptora.
- **Flagelos:** Casi siempre hay dos flagelos, uno de ellos es tan corto que permanece dentro del reservorio.
- **Hábitat:** Fitoplancton, ticoplancton y epifitos. Es el grupo más común en variedad y densidad en los lagos amazónicos.
- **Tamaño:** Hasta 1000  $\mu\text{m}$ .



- **Aspectos ecológicos:** La mayoría de especies prefieren aguas con alta concentración de materia orgánica, compuestos ferrosos y sales de amonio. Son típicos de ambientes someros con densa vegetación acuática.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 97

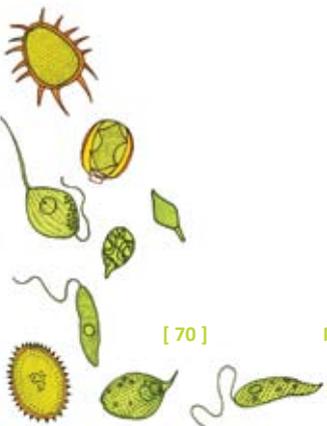
## II. Morfología de un euglenoide:

- Son organismos unicelulares, móviles con uno o dos flagelos. Las células están rodeadas de un periplasto debajo de la membrana; este tipo de envoltura permite a las células se puedan mover y cambien de forma (Euglena); otros géneros tienen el periplasto rígido con o sin ornamentaciones. Los flagelos poseen una mancha roja llamada estigma que le sirve para ubicarse respecto de la intensidad y dirección de luz. En el citoplasma se encuentran vacuolas con granulaciones y sustancia de reserva que puede encontrarse adoptando distintas formas, libre o asociado a uno o más pirenoides.

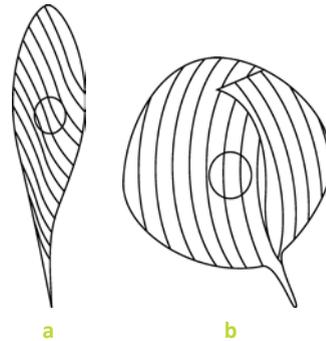


## III. Caracteres taxonómicos para la identificación

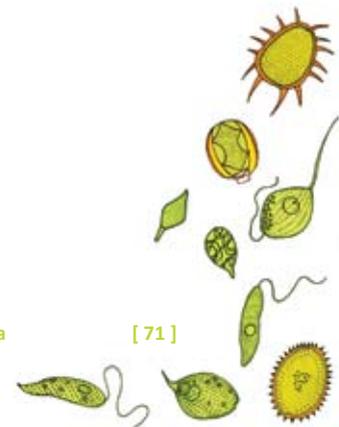
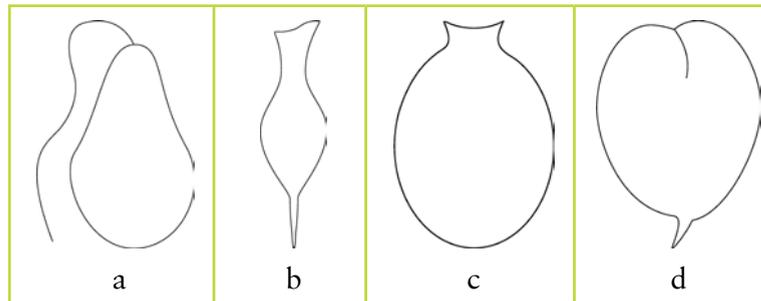
- La identificación de la mayoría de las especies de euglenoides se basa en criterios morfológicos (Tell & Conforti, 1986) y su taxonomía se trata por los códigos de nomenclatura botánica y zoológica porque se considera un taxón ambirreinal.
- **Color de la célula:** Depende de los elementos químicos que se depositan en ella y pueden ser de color café, verde, incolora, rojas, anaranjadas o amarillentas.



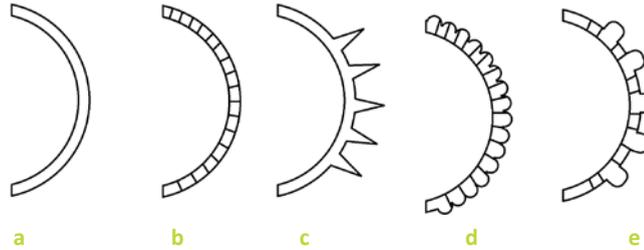
- **Orientación de las Estrías:** Es longitudinal en dos sentidos: a) Levógira (hacia la izquierda) o b) Dextrógira (derecha)



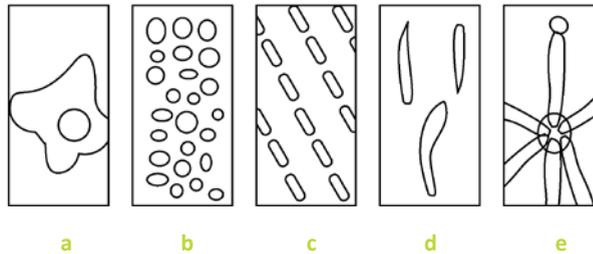
- **Forma de la célula:** Piriforme (a), elongada (b), ovoide (c), acorazonadas (d entre otras. Pueden presentar torsiones en sentido anteroposterior y ser desde casi rígidas a muy plásticas. En sección son circulares, aplanadas o triangulares. Con o sin apéndice caudal, con o sin cuello, con o sin engrosamiento alrededor del poro.



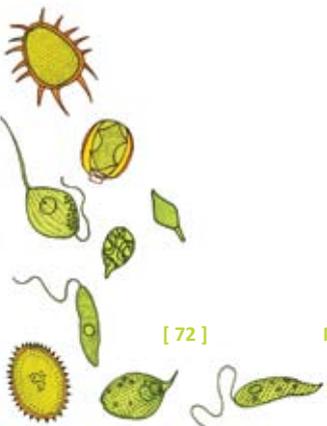
- **Dimensiones celulares:** Pueden incluir apéndice caudal en caso de que lo presenten y de algunos de sus componentes como por ejemplo, el largo del flagelo con respecto al de la célula. En las especies lorizadas las dimensiones de la lóriga incluye espinas, cuello y diámetro del poro.
- **Ornamentación de la lóriga:** Lisa (a), estriada (b), espinosa (c), escrobiculada (d), con papilas (e), con depresiones, granulosa o verrucosa, punteada, entre otras.



- **Cloroplastos:** Disposición y número. Comúnmente numerosos, excepcionalmente uno o urceolado (a). Pueden presentar formas discoideas (b), lobuladas o bandas (c), de disposición irregular (d) estrellada y helicoidal, entre otras.



- **Pirenoides:** Pueden presentar diferentes formas, disposición y número: haplopirenoides o diplopirenoides, globulosos, discoideos, aplanados, con prominencia, en forma de carretel, anillos, bastones alargados o cortos, desnudos.



## IV. Sistema de clasificación: De acuerdo a Tell & Conforti (1986)

**Reino:** Protista

**Phylum:** Euglenophyta

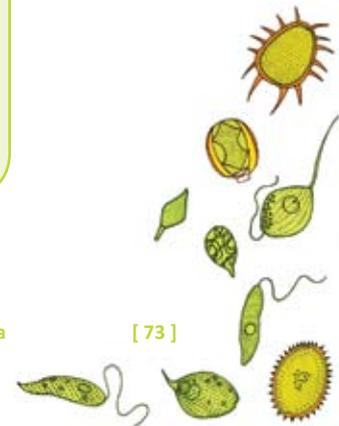
**Clase:** Euglenophyceae

**Orden:** Euglenales

**Suborden:** Eugleninea

**Familia:** Euglenaceae

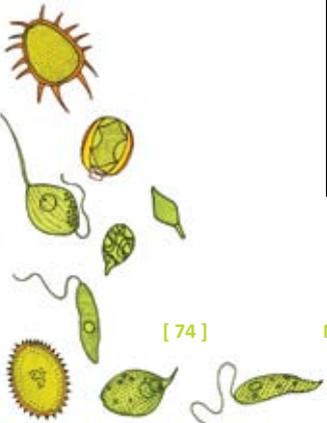
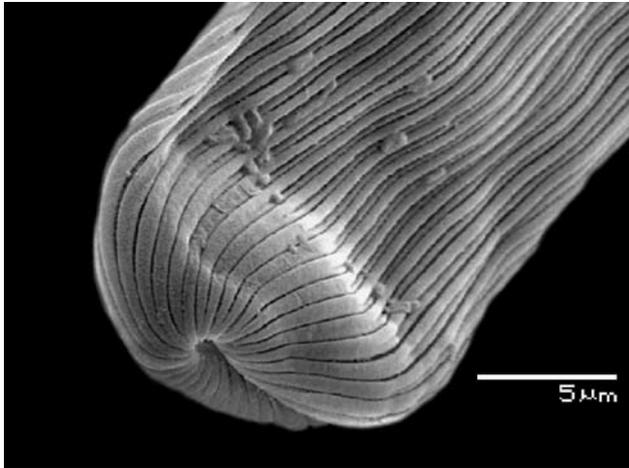
**Géneros:** *Euglena*, *Lepocinclis*, *Phacus*, *Trachelomonas*, *Strombomonas*





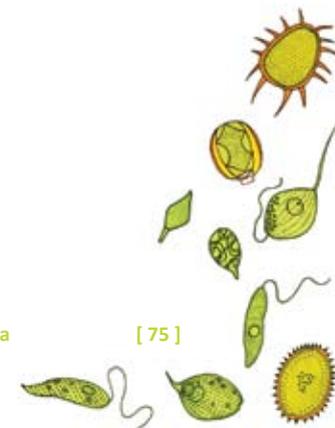
## *Euglena* Ehrenberg 1833

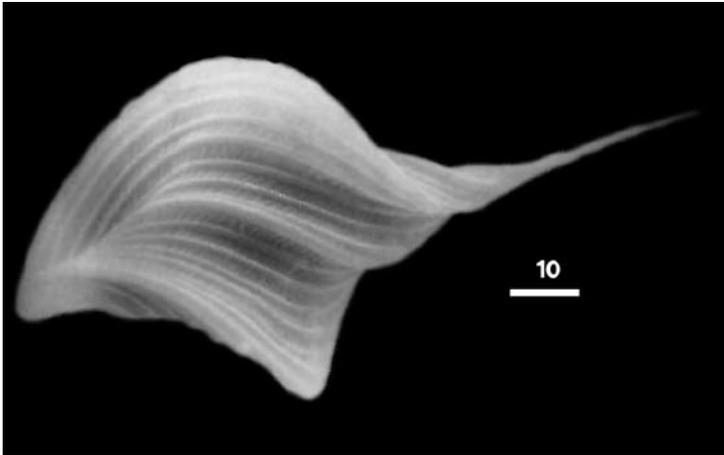
- **Forma celular:** Elongada, ovoide, elipsoide, fusiforme o casi cilíndrica. Algunas veces se atenúa en la terminación posterior.
- **Película:** Flexible, con estrías de disposición helicoidal
- **Cloroplastos:** Forma discoidea, acintados con margen lisa o lobulada, disposición irregular o regular en la periferia de la célula.
- **Pirenoides:** Pueden o no estar presentes
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



## Lepocinclis Perty 1852, nom. Cons

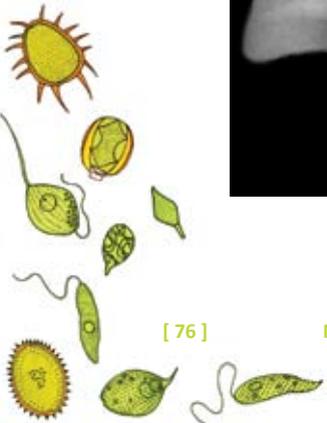
- **Forma celular:** Esférica, ovoide, fusiforme, piriformes y romboidales. Extremo distal con forma redondeada, mamelada o con ápice caudal de diferente longitud.
- **Película:** Rígida y con estrías lisas y sobre estas pueden presentar perlas o verrugas. La sección posterior se prolonga en una cola oblicua
- **Estriación:** La orientación de las estrías es invariable en las especies, por lo que se diferencian las levógiras (hacia la izquierda) de las dextrógiras (hacia la derecha).
- **Cromatóforos:** Discoideos de posición parietal y sin pirenoides
- **Paramilón:** Presencia de uno o dos anillos grandes y refráctiles ubicados en la periferia.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 11. *Lepocinclis nayali* Conr. *L. ovum* var. *ovum* Lemm., *L. ovum* var. *globula* Lemm., *L. paxilliformis* Playf., *L. salina* Fritsch, *L. s. texta* var. *richiana* Hüber-Pest., *L. texta* var. *texta* Lemm., *L. truncata* da Cunha. \**L. acus* var. *acur* Ehr.; *L. fusca* Lemm.; *L. oxyuris* var. *oxyuris* Schmarda, citadas antes como especies del género *Euglena*



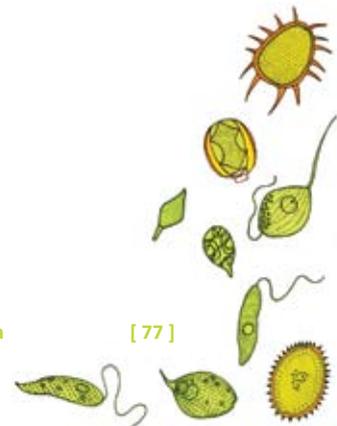


## *Phacus* Dujadín 1841, nom cons.

- **Forma celular:** De contorno redondeado a elíptico. Extremo anterior con una escotadura que puede prolongarse en un surco. Extremo distal redondeado, levemente mamelonado o con un apéndice ápice caudal. De sección triangular o lenticular, Aplanadas dorsiventralmente, a veces con torciones sobre el eje longitudinal. Contorno entero con escotaduras.
- **Película:** Rígida, ornamentada por estrías longitudinales o helicoidales, tenues o fuertemente marcadas. Pueden presentar dientes o pequeñas verrugas.
- **Paramilon:** Forma globosa, discoidal aplanado o con prominencia o anillo. Comúnmente varios cuerpos discoides o 1 a 2 cuerpos de disposición determinada dentro de la célula.
- **Cloroplastos:** Numerosos, discoides, sin pirenoides, mayormente de distribución parietal
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 18 *Phacus acuminatus* var. *acuminatus* Stokes, *Phacus*



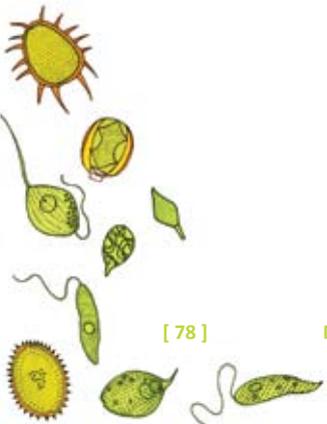
*brevicaudatus* Lemm., *Phacus ephippion* Pochm.,  
*Phacus horridus* Pochm., *Phacus lefevrei* Bourr.,  
*Phacus longicauda var. insecta* Hüber-Pest., *Pha-*  
*cus longicauda var. rotunda* Hüber-Pest., *Phacus*  
*margaritatus* Pochm., *Phacus multifidus* Conforti,  
*Phacus onyx var. onyx* Pochm., *Phacus onyx var.*  
*symetrica* Tell et Zaloc., *Phacus orbicularis* Hübn.,  
*Phacus platalea var. platalea* Drez., *Phacus pleuro-*  
*nectes var. ungulatus* Tell et Zaloc., *Phacus textus*  
Pochm., *Phacus tortus* Skv., *Phacus triqueter* Duj.,  
1841 *Phacus undulatus var. undulatus*, Pochm.





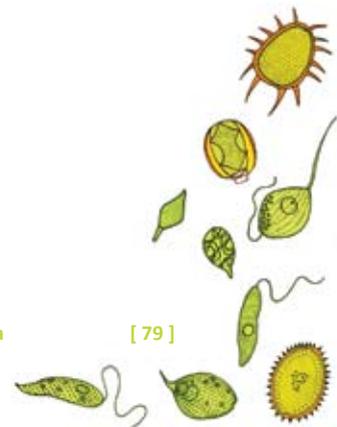
## *Trachelomonas* Ehrenberg 1833 emend. Deflandre 1926

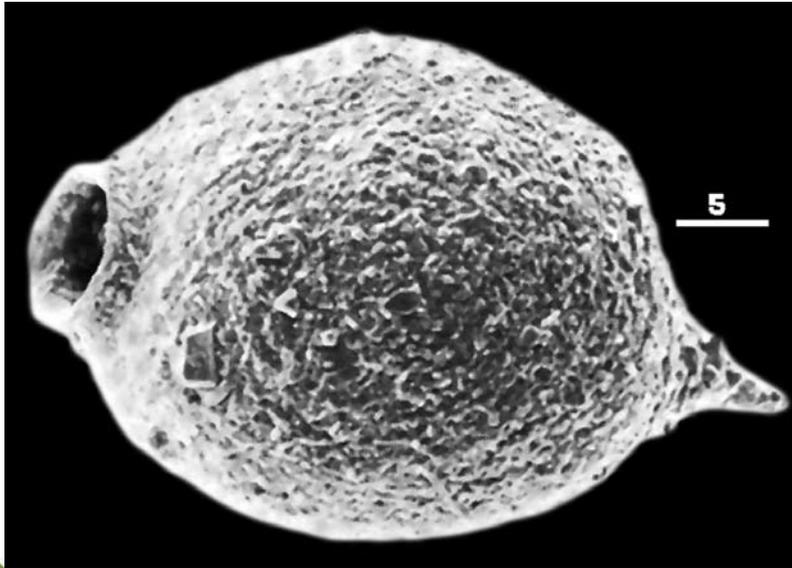
- **Forma celular:** En su morfología son similares a una Euglena, pero se encuentran incluidas en un a lóriga
- **Lóriga:** De forma variable, desde esféricas hasta fusiformes. Apariencia compacta, de color amarillento hasta parduzco o rojizo. Ornamentación lisa, con espinas, punteada, papilada, escrobiculada, granuloso o verrucoso y tuberculoso. El poro por donde emerge el flagelo puede presentar un engrosamiento o un cuello.
- **Paramilon:** Numerosos cuerpos discoides, esféricos o elipsoidales.
- **Distribución geográfica:** Cosmopolita
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 44 *Trachelomonas abrupta* var. *arcuata* Defl., *T. abrupta* var. *minor* Defl., *T. abrupta* var. *obesa* Defl., *T. acanthophora* var. *minor* Balech et Dast., *T. amphoriformis* var. *spinosa* Conforti, *T. armata* var. *armata* fo. *armata*, *T. armata* var. *armata* buut fo. *inevoluta*



Defl., *T. armata* var. *gordeievii* Skv, *T. armata* var. *gordeievii* fo. *minor* Conforti & Nudelman, *T. armata* var. *longispina* Palyf. em Defl., *T. armata* var. *nana* fo. *spinosa* Conforti & Nudelman, *T. armata* var. *setosa* Drez., *T. armata* var. *steinii* Lemm., *T. australica* var. *granulata* Defl., 1926, *T. bacillifera* var. *ovalis* Playf., *T. bernardinensis* var. *bernardinensis* Visch. emend. Defl., *T. caudata* Stein, *T. caudata* var. *intermedia* Yacubson, 1982, *T. curta* var. *minima* Tell & Zaloc., *T. curta* var. *tubigera* Defl., *T. dangeardiana* var. *glabra* Defl., *T. dastuguei* var. *dastuguei* Balech, *T. duquei* Conforti & Nudelman, *T. dybowski* Drez., *T. globularis* fo. *crenulatocollis* Popova, *T. granulosa* var. *subglobosa* Playf., *T. hirta* Da Cunha, *T. hispida* var. *crenulatocollis* fo. *crenulatocollis* Lemm., *T. hispida* var. *duplex* Defl., *T. hispida* var. *hispida* fo. *hispida* Stein emend. Defl., *T. hispida* fo. *minor* Bourr., *T. hispida* var. *multispinosa* Tell et Conforti, *T. hispida* var. *punctata* Lemm., *T. horrida* var. *spinicollis* Conforti, *T. in-*

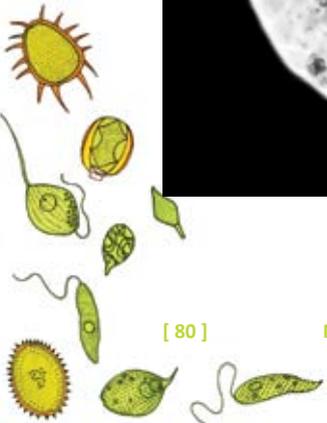
*termedia* var. *intermedia* fo. *intermedia* Dang., *T. intermedia* var. *papillata* fo. *papillata* Popova, *T. irregularis* Swir., *Tachelomonas kellogii* var. *effigurata* Skv., *T. kellogii* var. *kellogii* Skv. mend. Defl., *T. kellogii* var. *nana* Balech, *T. magdaleniana* Defl., *T. megalacantha* var. *crenulatocollis* Bourr., *T. mirabilis* var. *affinis* Skv., *T. oblonga* var. *oblonga* Lemm., *T. oviformis* Drez., *T. planctonica* var. *flexicollis* Balech, *T. pseudocaudata* Defl., *T. pulcherrima* var. *pulcherrima* Playf., *T. pyramidata* Couté Thérézien, *T. raciborskii* var. *incerta* Drez., *T. raciborskii* var. *nova* fo. *nova* Drez., *T. robusta*, *T. rugulosa* var. *rugulosa* resa fo. *paralella* Tell et Zaloc., *T. rugulosa* fo. *steinii* Defl., *T. similis* var. *spinosa* Hub-Pest., *T. superba* var. *superba* Swir. emend. Defl., *T. superba* var. *spinosa* Prescott, *T. varians* Defl., *T. volvocina* var. *punctata* Playf., *T. volvocina* var. *volvocina* Ehr., *T. volvocinopsis* var. *volvocinopsis* Swir., *T. zingeri* Roll





## *Strombomonas* Deflandre 1930

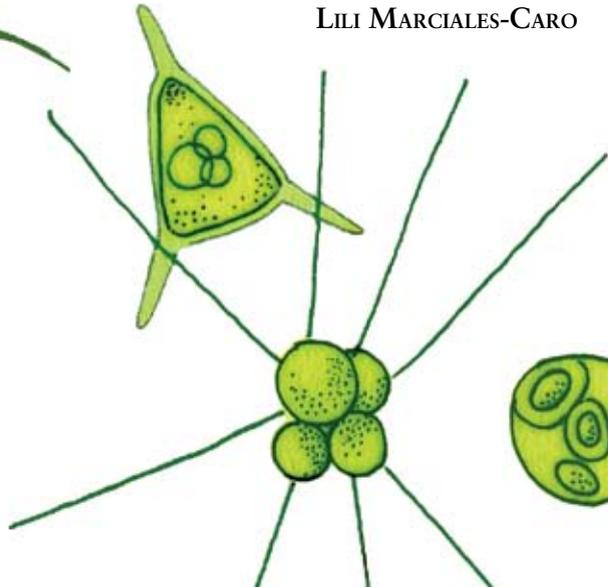
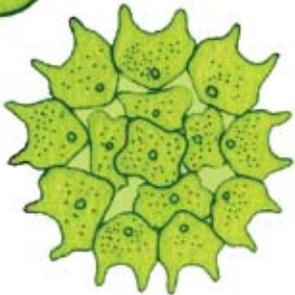
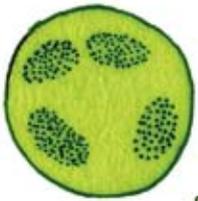
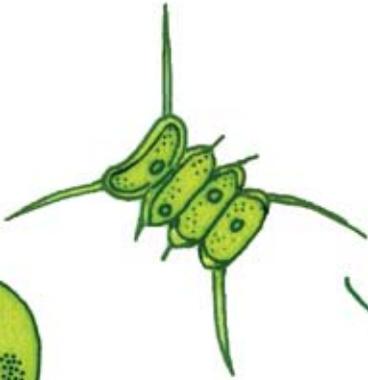
- **Forma celular:** En su morfología son similares a una Euglena, pero se encuentran incluidas en un a lóriga
- **Lóriga:** Triangular o trapezoidal, ampliamente elipsoidales, pirámide truncada, ovoide, obovada, claviformes, cilíndricas y romboide. Sección transversal angulosa, circular o cuadrangular. Lisa o escrobiculada, ornamentada con pliegues, arrugas o estrías y con proceso caudal o no.
- **Paramilon:** Numerosos cuerpos discoides, esféricos o elipsoidales.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 6. *Strombomonas fluviatilis* var. *fluviatilis* Defl., *S. fluviatilis* var. *levis* Skv., *S. ensifera* var. *ensifera* Defl., *S. scabra* var. *scabra* Tell et Conforti, *S. triquetra* var. *torta* Rino, *S. verrucosa* var. *zmiewika* Defl.





## CHLOROPHYCEAE

MARCELA NÚÑEZ-AVELLANEDA, RICARDO ECHENIQUE &  
LILI MARCIALES-CARO





# I. Aspectos generales

- **Nombre común:** Algas verdes.
- **Nivel de organización:** Unicelular, colonial, cenobial y filamentoso.
- **Pigmentos:** Clorofilas a y b;  $\beta$ -carotenos y xantófilas.
- **Sustancia de reserva:** Almidón.
- **Pared celular:** Celulosa y hemicélulas.
- **Aspectos nutricionales:** Fotoautótrofas.
- **Hábitat:** Fitoplancton, ticoplancton y epífitos.
- **Tamaño:** Hasta 1000  $\mu\text{m}$ .
- **Aspectos ecológicos:** Se encuentran en ambientes acuáticos oligo, meso y eutróficos. En estanques piscícolas su presencia y predominio es muy favorable como indicador de alta productividad autóctona del estanque.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** cerca de 50 especies.

## II. Morfología de una Chlorophyceae:

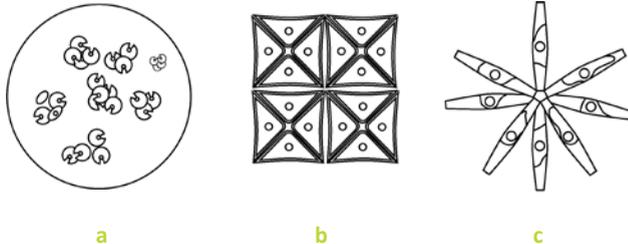
- Las algas verdes a diferencia de los demás grupos es la responsable de la evolución de los vegetales terrestres; ellas transmitieron las características que se presentan en los vegetales modernos, desde musgos, hepáticas, pasando por los helechos y familiares, las gimnospermas hasta las angiospermas.
- Las células de las algas verdes tienen pared celular de celulosa compuesto también común en todos los vegetales terrestres, algunas poseen flagelos en sus etapas reproductivas y vegetativas que se ubican en el lado superior de la célula y en forma y tamaño similar (Isokontae): esta es una importante diferencia con las otras algas de la llamada línea parda que tiene flagelos de diferente tamaño (Heterokontae). Internamente poseen plastos de diferente forma donde está ubicada la clorofila y demás organelos

típicos de una célula vegetal. Las células son de diferente tamaño y forma lo cual refleja su variable adaptación al medio donde viven.

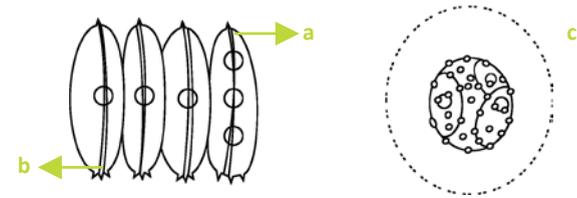
### III. Caracteres taxonómicos para la identificación

La clasificación taxonómica de las Chlorophyceae se basa en caracteres morfológicos, tales como:

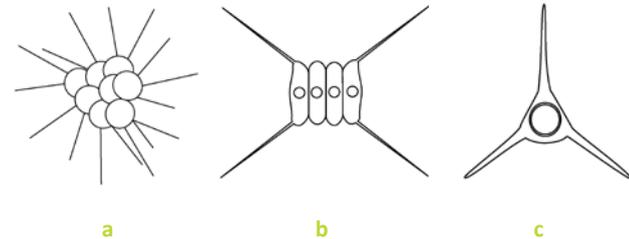
- **Forma de la célula y colonia:** Esféricas (a), oval-cilíndrica, fusiformes, triangulares, lunulares, cilíndricas, cuadráticas (b), estrelladas (c), entre otras. Respecto a las medidas principales de la célula, a considerar son: longitud, ancho y espesor. La longitud se mide con el ejemplar en vista dorsal, ventral o lateral, el ancho se mide en vista dorsal. El espesor se mide en vista lateral.



- **Tipo de Cloroplastos:** Número y posición en la célula y su ubicación parietal o axial. Presentan morfología variada: reticulados, discoides, espiralados, estrellados, acintados. Los pirenoides pueden o no estar presentes.
- **Ornamentación:** Dentículos (a), Costillas (b), verrugas, impregnaciones (c)



- **Pared celular:** Presencia o no de espinas (a), setas (b) o brazos (c)



#### IV. Sistema de clasificación de acuerdo a Komárek & Fott (1983), Bourrelly (1988).

**Reino:** Protista

**División:** Chlorophyta

**Clase:** Chlorophyceae

**Orden:** Chlorococcales

**Familia:** Chlorococcaceae

**Géneros:** *Tetraëdron*

**Familia:** Dictyosphaeriaceae

**Géneros:** *Dictyosphaerium*, *Dimorphococcus*

**Familia:** Hydrodictyaceae

**Géneros:** *Pediastrum*, *Sorastrum*

**Familia:** Micractiniaceae

**Géneros:** *Acanthosphaera*, *Golenkinia*, *Micractinium*.

**Familia:** Oocystaceae

**Géneros:** *Ankistrodesmus*, *Chlorobium*, *Kirchneriella*, *Lagerheimia*, *Monoraphidium*, *Nephrocytium*, *Oocystis*, *Selenastrum*

**Familia:** Palmellaceae

**Géneros:** *Sphaerocystis*

**Familia:** Scenedesmaceae

**Género:** *Actinastrum*, *Coelastrum*, *Crucigenia*, *Crucigeniella*, *Scenedesmus*, *Desmodesmus*, *Tetradasmus*, *Tetrallantos*

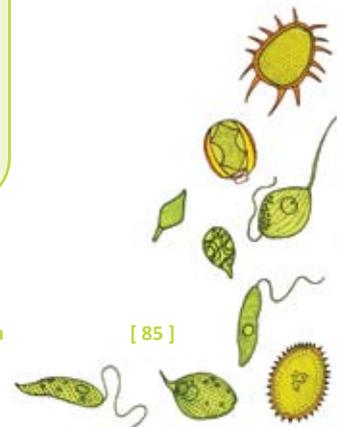
**Familia:** Treubariaceae

**Género:** *Treubaria*

**Orden:** Microsporales

**Familia:** Microsporaceae

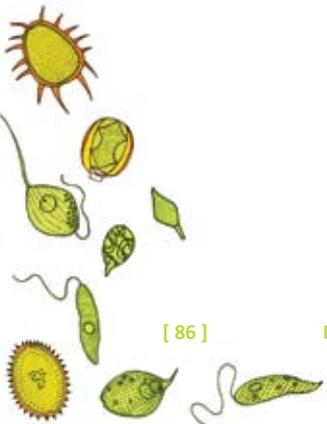
**Género:** *Microspora*





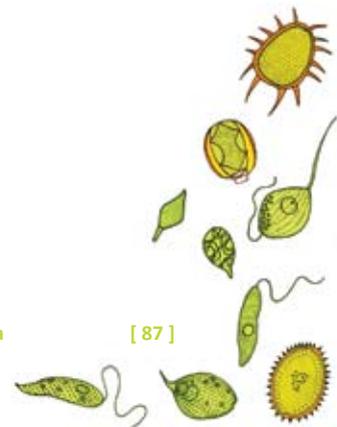
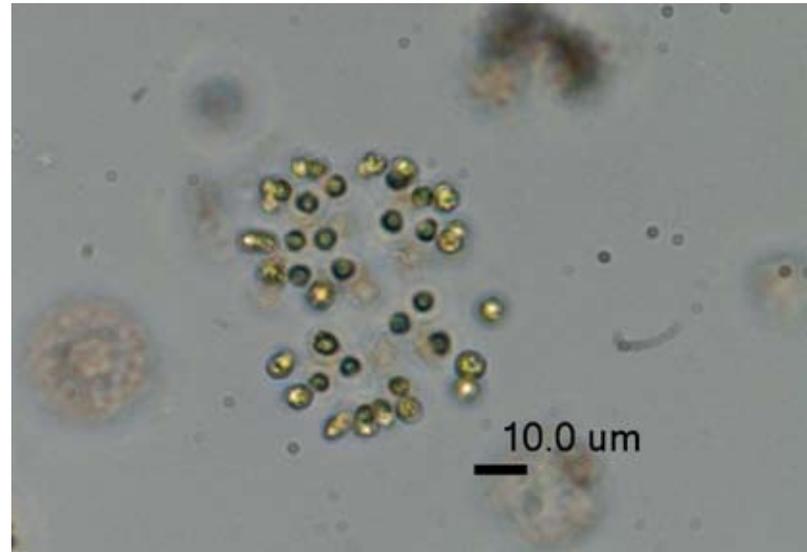
## Tetraëdron Kützing 1845

- **Forma celular:** Triangulares, cuadrangulares y hasta poliédricas, siendo la forma tetraédrica la más común.
- **Pared celular:** Fina y puede ser lisa u ornamentada con verrugas de distribución uniforme o irregular.
- **Cloroplastos:** Solo poseen uno por célula, ubicado parietalmente.
- **Pirenoides:** Único y situado aproximadamente en la parte central de la célula.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *T. caudatum* (Corda) Hansgirg, *T. minimum* (A. Braun) Hansgirg, *T.n* aff. *regulare* Kützing, 1845, *T. triangulare* Korschikov, 1953, *T. triangulare* Korschikov f. *major* Echenique nova forma
- Los extremos o ángulos de las células se pueden proyectar en apéndices simples o ramificados, o pueden terminar también en una espina corta y relativamente gruesa. Varias especies de este género han sido transferidas a géneros dentro de la misma clase, e incluso a géneros pertenecientes a la clase Xanthophyceae.



## *Dictyosphaerium* Nägeli 1849

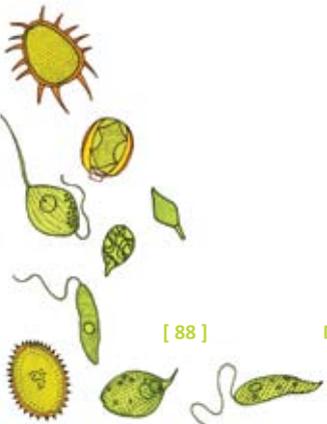
- **Forma celular:** Esféricas, ovoides, ovales, oval-fusiforme a reniformes.
- **Pared celular:** Lisa o granulada, son espinas
- **Cloroplastos:** Uno por célula con forma de copa y parietal
- **Pirenoides:** Uno o ninguno
- **Organización colonial:** Cada célula está reunida por los restos gelatinosos de la pared de las células maternas que irradian de un centro común, formando una estructura cruciforme de ramificación dicotómica. A su vez pueden estar rodeadas por una capa mucilaginosa uniforme e incolora.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Dictyosphaerium pulchellum* var. *pulchellum* Wood, *Dictyosphaerium pulchellum* Wood var. *minutum* Defl., *Dictyosphaerium simplex* Kors., *Dictyosphaerium tetrachotomum* Printz





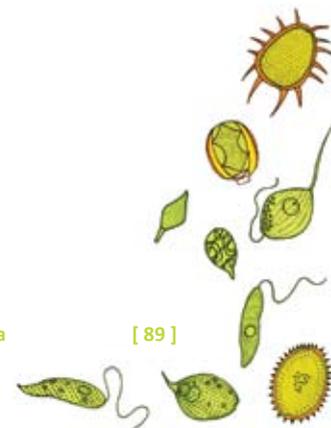
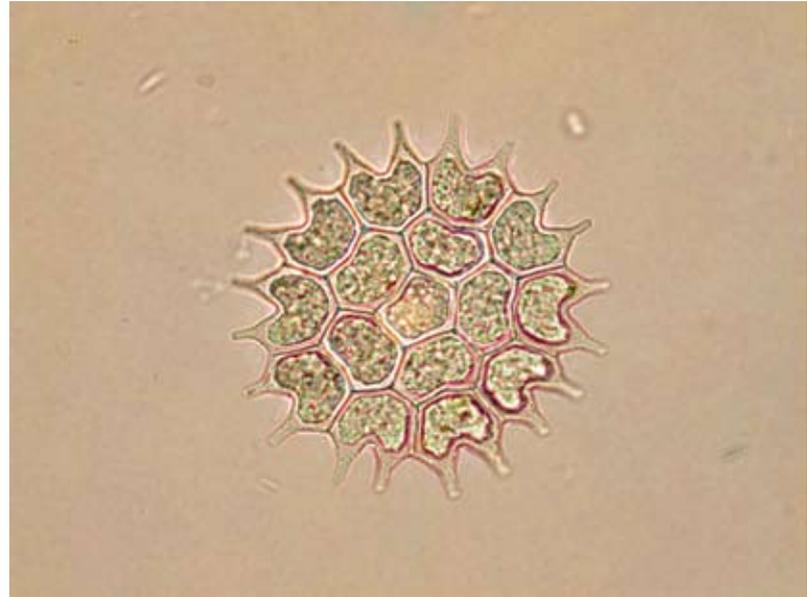
## *Dimorphococcus* A. Braun 1855

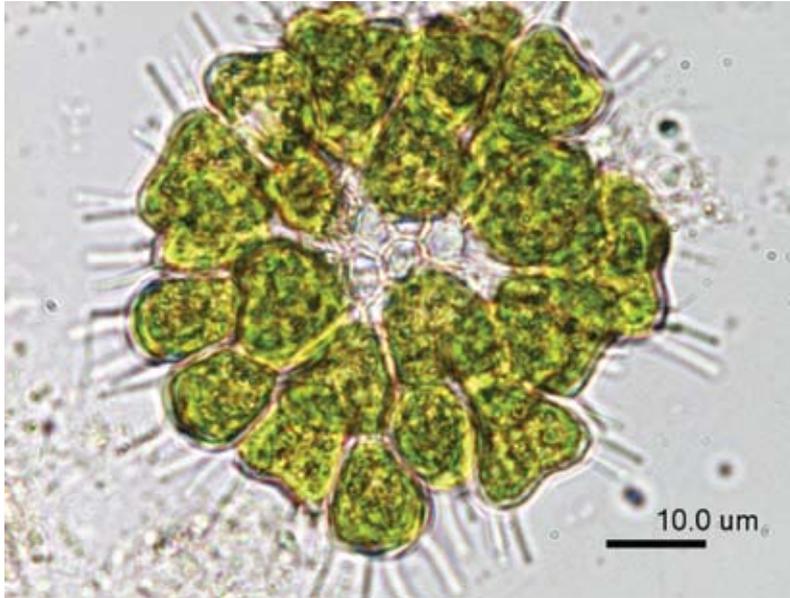
- **Forma de la célula:** Cada grupo de 4 células tiene dos de forma ovoide y dos reniforme reunidas por restos gelatinizados de la pared de la célula madre.
- **Cloroplastos:** Solo hay un cloroplasto parietal macizo.
- **Pirenoides:** El único pirenoide presente en la célula puede ser fácilmente identificado en las células jóvenes, mas no en las adultas, en donde aparece enmascarado por la existencia de gránulos de almidón.
- Envuelta por un mucílago homogéneo común.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Dimorphococcus lunatus* A. Braun



## *Pediastrum* Meyen 1829

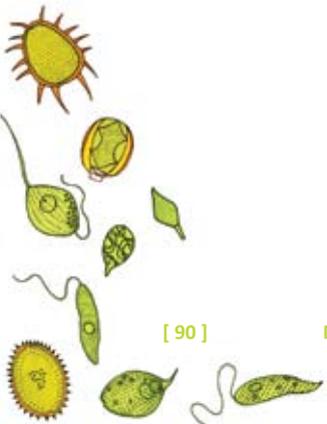
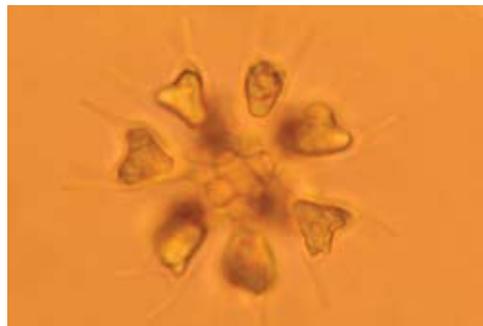
- **Forma celular:** Principalmente poligonales. Se distinguen dos tipos de células, las externas o marginales, con una a cuatro proyecciones que se orientan fuera del cuerpo celular, y las internas, sin estas proyecciones a veces con incisiones.
- **Pared celular:** Gruesa, lisa o decorada con gránulos, verrugas o crestas.
- **Cloroplasto:** Es único por célula, situado parietalmente
- **Pirenoides:** Uno presente en cada plastidio
- **Organización del cenobio:** Plano. Tiene forma más o menos circular, constituido por un mínimo de 4 células, llegando a tener hasta 128.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Pediastrum duplex* var. *duplex* Meyen, *Pediastrum duplex* Meyen var. *gracillimum* W. & G.S. West, *Pediastrum longecornutum* (Gutw.) Com., *Pediastrum simplex* var. *simplex* Meyen, *Pediastrum simplex* Meyen var. *echinulatum* Wittr., *Pediastrum tetras* (Ehr.) Ralfs,





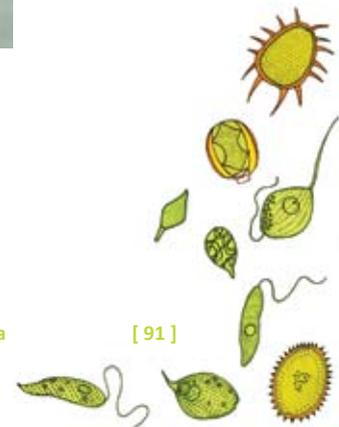
## *Sorastrum* Kützing 1845

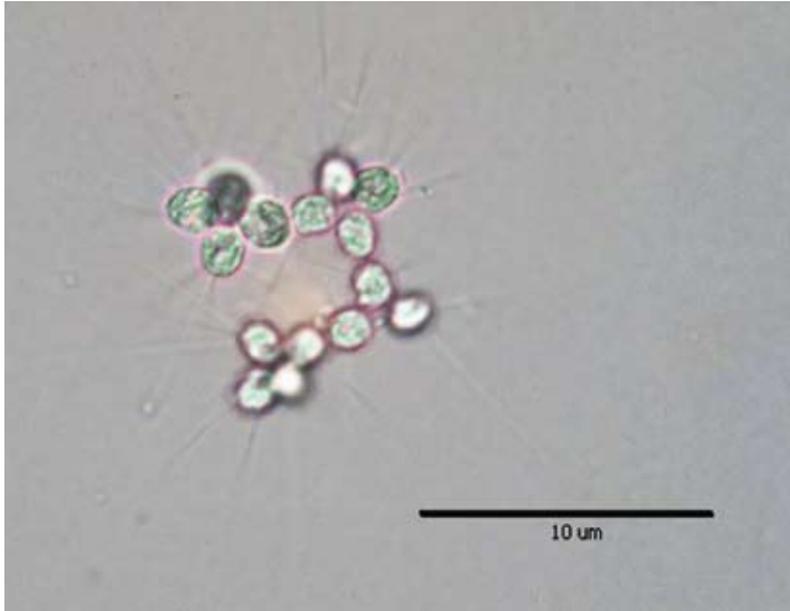
- **Forma celular:** Células piriformes, reniformes o piramidales.
- **Cloroplastos:** es único por célula, se sitúa parietalmente y toma una forma semejante a la forma de la célula,
- **Pirenoides:** Uno localizado en el centro del cloroplasto.
- **Organización cenobial:** Globosos, compuestos por 8 hasta 128 células, dispuestas radialmente. Los polos externos de la célula (hacia el exterior de la colonia) presentan una, dos o cuatro espinas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Sorastrum bengalicum* Philip, *Sorastrum indicum* Bern., *Sorastrum spinulosum* Näg.



## Golenkinia Chodat 1894

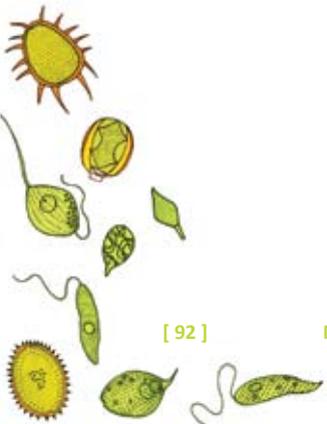
- **Forma celular:** Esférica y está rodeada por un gran número de espinas largas y delicadas distribuidas regularmente, de igual grosor en toda su longitud, o que se adelgazan gradualmente hacia la extremidad libre según la especie.
- **Pared celular:** Gruesa. La base de las espinas está envuelta por una tenue capa de mucílago.
- **Cloroplasto:** Es único por célula, de tipo urceolado
- **Pirenoide:** Uno central y aspecto reniforme.
- Algunas veces los individuos hijos se mantienen unidos por las espinas, que se enredan unas con otras, formando lo que se conoce como “*falsas colonias*”.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguno.





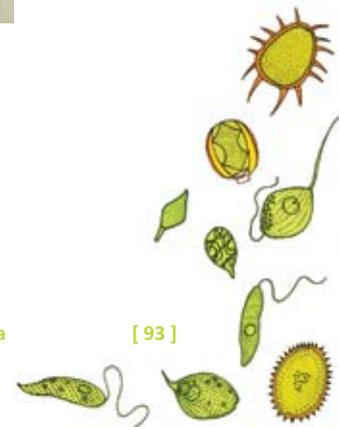
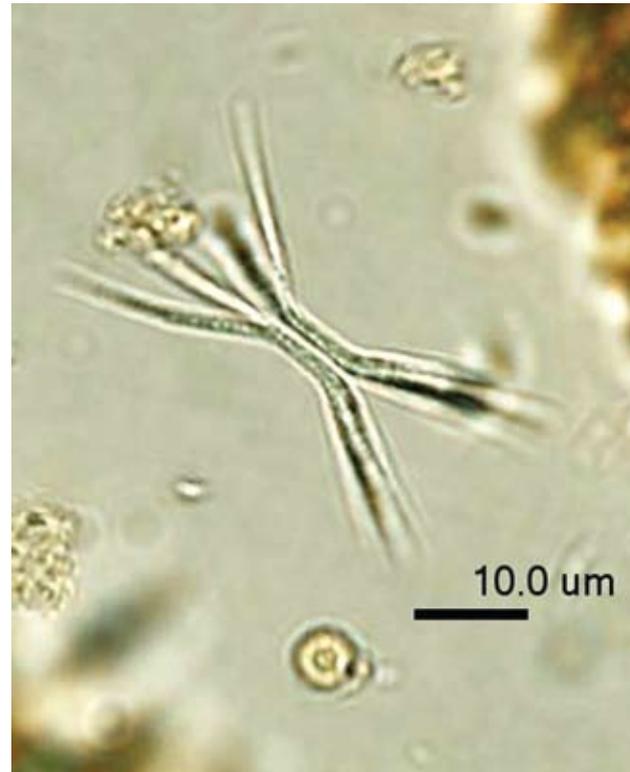
## *Micractinium* Fresenius 1858

- **Forma celular:** Desde esférica hasta elipsoidal. Cada célula posee desde una hasta varias espinas largas y delicadas que se afinan gradualmente desde la base hacia el ápice.
- **Pared celular:** A veces rodeada de una envoltura mucilaginosa estrecha.
- **Forma colonial:** Estas colonias pueden permanecer juntas para formar colonias compuestas, y llegan a tener más de 256 células en cada colonia. Colonias con aspecto triangular a piramidal.
- **Cloroplasto:** Único por célula, tiene forma de copa.
- **Pirenoide:** Uno en posición basal.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna.



## Ankistrodesmus Corda 1838

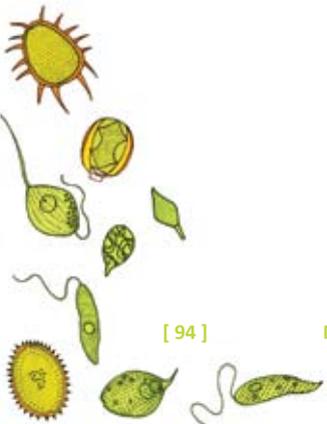
- **Forma celular:** Células varias veces más largas que anchas, fusiformes, cilíndricas, lunadas (en forma de luna), y sus extremos se atenúan gradualmente o de forma abrupta, siendo más o menos puntiagudos según la especie.
- **Pared celular:** Delgada y lisa, sin procesos. Aunque algunos autores afirman que no existe mucílago que mantenga unidas a las células, se han observado algunos individuos con envoltura mucilaginosa de diferente grosor.
- **Cloroplasto:** Poseen solo un cloroplasto parietal, de forma laminar.
- **Pirenoides:** Pueden o no tener y cuando están presentes puede ser y uno o varios.
- **Organización colonial:** Para formar las colonias las células se organizan paralelamente, siguiendo su eje longitudinal, tocándose por sus caras convexas, cruzadas o entrelazadas entre si.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Ankistrodesmus fusiformis* Corda





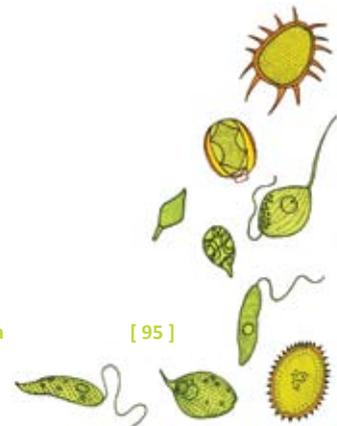
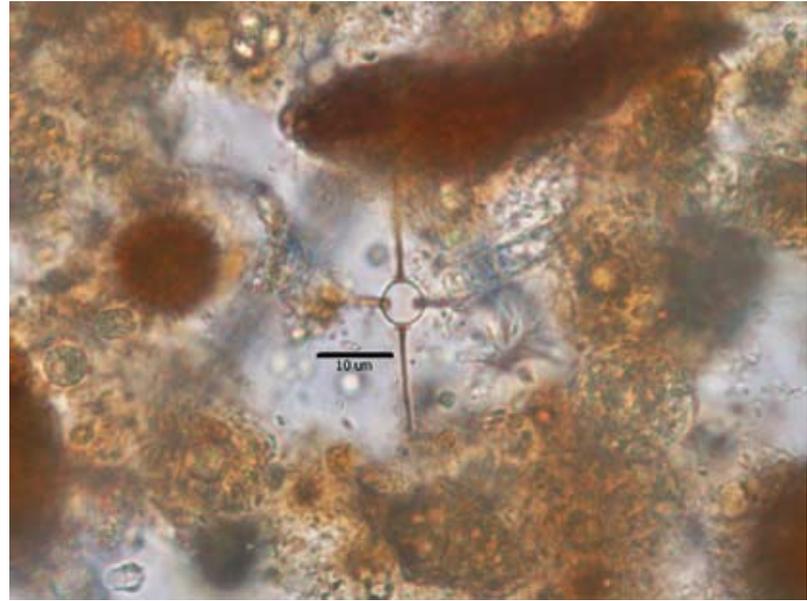
## *Kirchneriella* Schmidle 1893

- **Forma celular:** Lunada, subcilíndrica o fusiforme, rectas o irregularmente torcidas.
- **Forma colonial:** circulares o elipsoidales y están conformadas por 4 – 6 o numerosas células sin orden definido.
- **Pared celular:** Con envoltura mucilaginosa colonial, incolora, delicada, a veces inconspícua.
- **Cloroplasto:** Poseen un solo cloroplasto, situado parietalmente con un pirenoide aproximadamente central.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Kirchneriella obesa* (W. West) Schmidle, *K. pseudaperta* Komárek



## Lagerheimia Chodat 1895

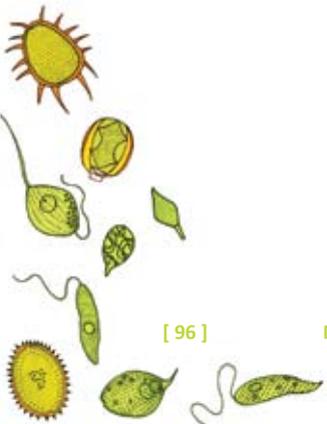
- **Forma celular:** Esféricas, elipsoides, ovoides, o citriformes (forma de limón).
- **Pared celular:** Lisa, delicada y presentan un grupo de 4 a 6 espinas en cada polo, o en los polos y en el ecuador celular.
- **Cloroplasto:** Existen de uno a 4 cloroplastos por célula, parietales, laminares,
- **Pirenoide:** Se encuentra uno.
- **Espinas:** Largas, pueden ser rectas y un poco curvas, con o sin engrosamientos basales, atenuadas desde la base hasta el ápice.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Sorastrum bengalicum* Philip, *Sorastrum indicum* Bern., *Sorastrum spinulosum* Näg..





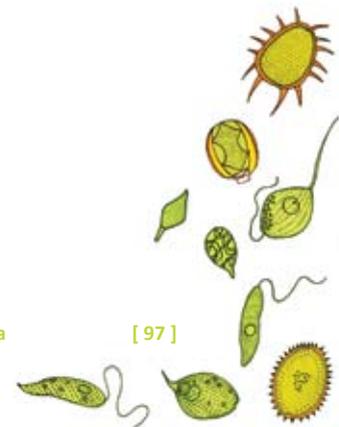
## *Monoraphidium* Komárková – Legnerová 1969

- **Forma celular:** Más o menos fusiformes, a veces cilíndricas, varias veces más largas que anchas, y pueden ser tanto rectas como curvadas o hasta sigmoidales. Los polos de la célula pueden ser agudos o redondeados.
- **Pared celular:** Lisa, delgada, sin ornamentaciones y vaina mucilaginosa.
- **Cloroplasto:** Único, localizado lateralmente en la célula y tiene forma laminar que puede recubrir internamente toda la pared celular.
- **Pirenoide:** En algunas especies presente y se ubica en la parte más o menos central de la célula.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Monoraphidium komarkovae* Nygaard



## *Nephrocytium* Koršikov 1953

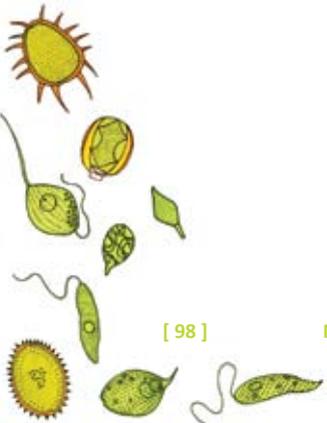
- **Forma celular:** Las células son elipsoidales, ovoideas, o reniformes. Los polos de las células pueden ser puntiagudos o redondeados, sin engrosamientos polares.
- **Forma colonial:** Colonias de vida libre, que poseen de 4, 8 o 16 células dispuestas regularmente en la periferia de una matriz mucilaginosa común.
- **Pared celular:** Células envueltas por una vaina mucilaginosa amplia y homogénea.
- **Cloroplasto:** Existe solo un cloroplasto por célula, parietal, laminar
- **Pirenoide:** Uno a veces difuso.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Nephrocytium agardhianum* Näg., *Nephrocytium allantoideum* Bohl., *Nephrocytium limneticum* (G.M. Smith) G.M. Smith, *Nephrocytium aff. schilleri* (Kamm.) Com.





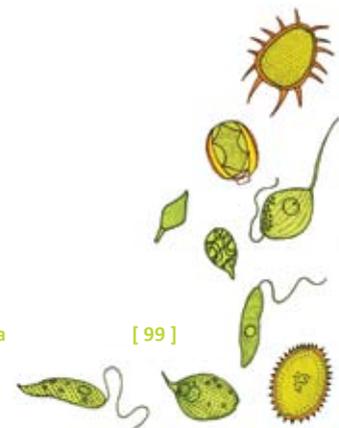
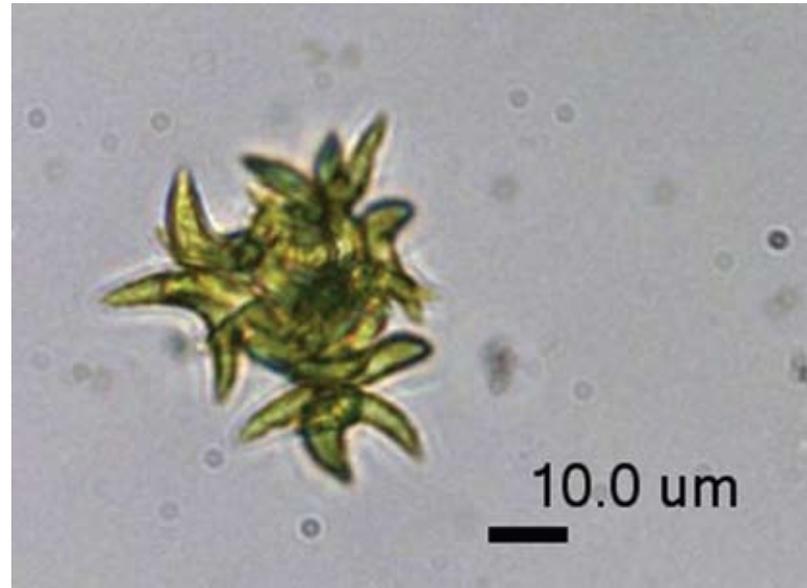
## Oocystis Nägeli 1855

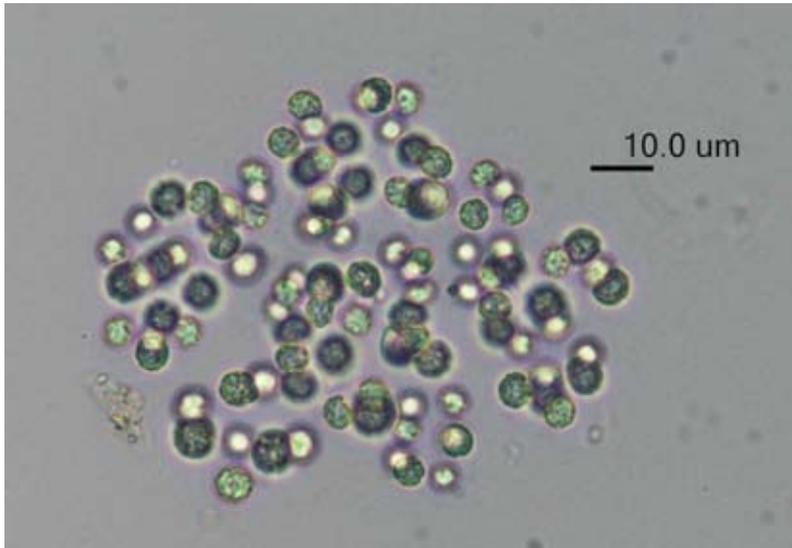
- **Forma celular:** Las células pueden ser elipsoidales, ovoides o esféricas.
- **Organización colonial:** conformada por 2 a 16 células envueltas en restos de pared de las células madre, que pueden persistir por 2 o hasta 3 generaciones.
- **Pared celular:** Lisa más o menos fina, a veces con engrosamientos polares.
- **Cloroplastos:** Pueden tener de uno a varios cloroplastos, de posición parietal y formas variadas (discoide, laminar, lobado)
- **Pirenoides:** Puede o no estar presente.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** : *Oocystis elliptica* W. West,



## *Selenastrum* Reinsch 1867

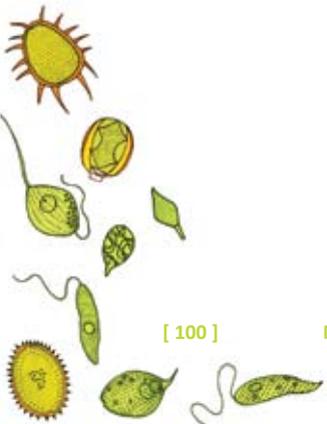
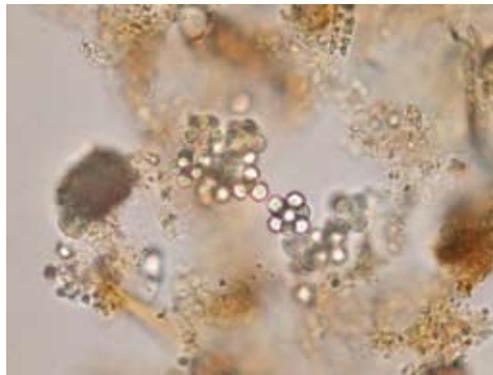
- **Forma celular:** Son fuertemente lunadas, con los ápices acuminados y se reúnen en grupos de cuatro.
- **Pared celular:** Gruesa. La base de las espinas está envuelta por una tenue capa de mucílago.
- **Cloroplasto:** Cada célula posee un cloroplasto laminar lateral
- **Pirenoides:** Ausentes
- **Organización colonial:** Compuesta por 4, 8, 16 o 32 células, formadas por la unión de las células por sus caras convexas, que se mantienen juntas gracias a un mucílago común.
- Se discute la existencia real de este género, ya que algunos consideran que las especies de este género deben pertenecer al género *Ankistrodesmus*.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Selenastrum bibraianum* Reinsch, *S. gracile* Reinsch, *S. rinoi* Komárek & Comas





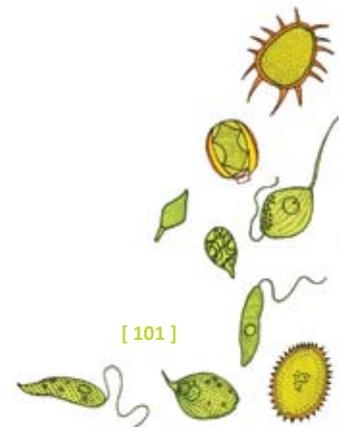
## *Sphaerocystis* Chodat 1897

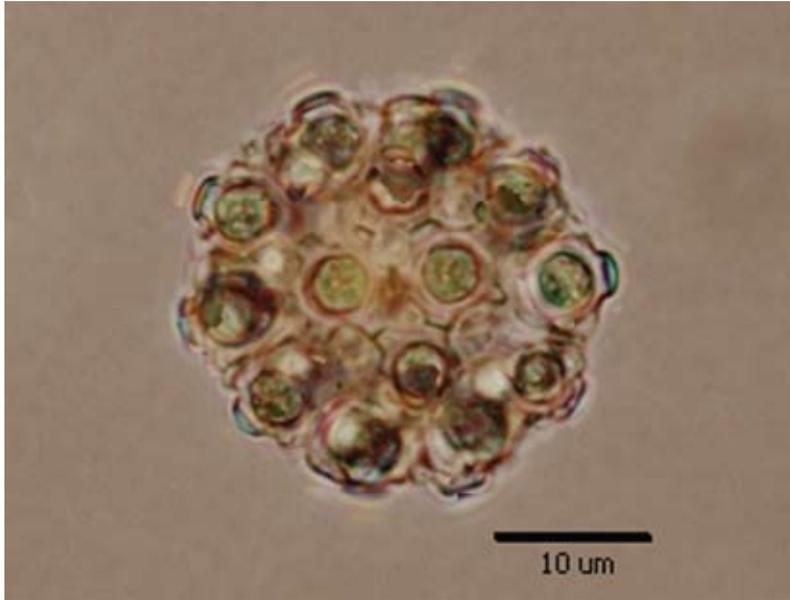
- **Forma celular:** Esféricas o globosas. Células distribuidas irregularmente en grupos de 2 o 4, frecuentemente en forma de tetraedros regulares ubicados en la porción central de la colonia.
- **Cloroplasto:** Único en forma de copa.
- **Pirenoide:** Con o sin este, más o menos central.
- **Forma colonial:** Esféricas, ricas en mucílago.
- **Organización colonial:** En muy común encontrar colonias hijas con células más pequeñas mezcladas con colonias adultas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



## *Actinastrum* Lagerheim 1882

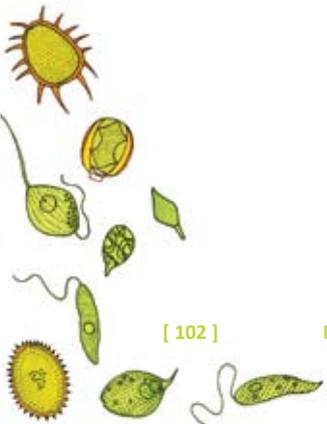
- **Forma celular:** Generalmente tres o más veces más largas que anchas, y pueden ser cilíndricas, fusiformes, elongadas (ovales, rectas o levemente curvas),
- **Pared celular:** Lisa, sin mucílago aparente.
- **Cloroplasto:** Solo tienen un cloroplasto por cada célula, el cual se localiza parietalmente, tiene forma de lámina, y un pirenoide basal.
- **Organización colonial:** Células que se encuentran unidas en un centro común por sus extremos, lo cual hace que la colonia tome forma similar a una estrella, conformada por 8 células, algunas veces por 4 o 16 células.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Actinastrum hantzschii* var. *hantzschii* Lagerh., *Actinastrum hantzschii* Lagerh. var. *subtile* Wolosz.





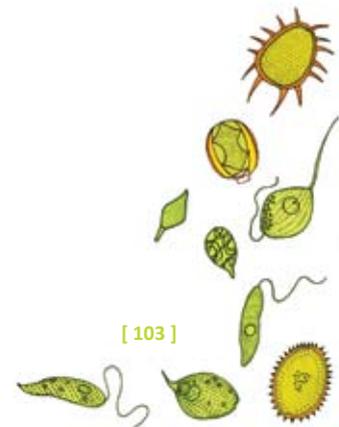
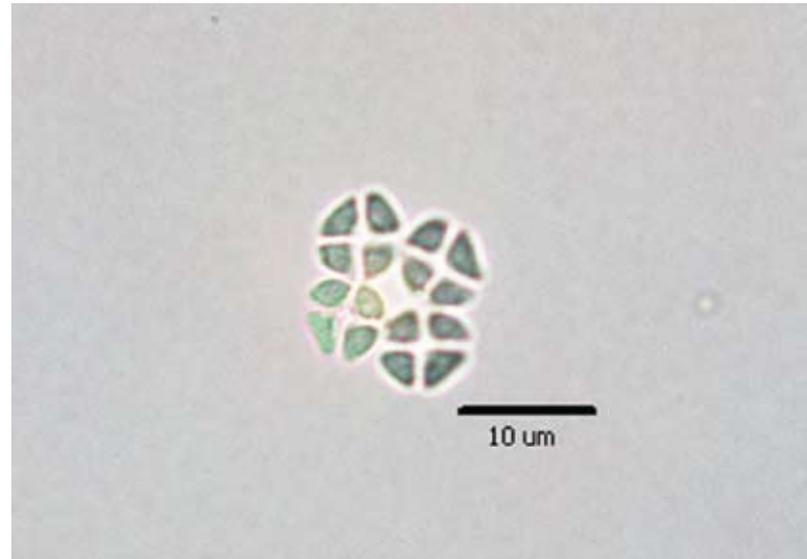
## Coelastrum Nægeli in Kützing 1849

- **Forma celular:** Desde esféricas, elipsoides, tetraédricas hasta poligonales. Con 4, 8, 16 y 32 células (algunas veces llegan a tener 64 células).
- **Pared celular:** puede ser lisa u ornamentada con espinas o verrugas; algunas especies presentan varios uno o varios apéndices libres en las caras apicales de las células, o alrededor de las mismas.
- **Cloroplasto:** Uno solo parietal con forma de copa.
- **Pirenoide:** Uno más o menos central.
- **Forma cenobial:** Esféricos huecos, elipsoidales o con forma de estrella).
- **Organización cenobial:** Las células se unen directamente por sus paredes o por proyecciones de esta, que pueden variar en longitud.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Coelastrum astroideum* De Not., *Coelastrum microporum* Næg., *Coelastrum pulchrum* Schmidle, *Coelastrum reticulatum* (Dangeard) Senn



## *Crucigeniella* Lemmermann 1900

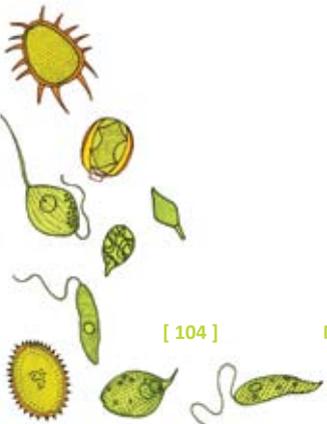
- **Forma celular:** Pueden ser desde elipsoidales, reniformes levemente asimétricas, con polos ampliamente redondeados o asimétricamente acuminados.
- **Pared celular:** Lisa, que en algunas especies presenta engrosamientos en los polos, o en los márgenes libres de las células.
- **Cloroplastos:** Un cloroplasto en cada célula, ubicado lateralmente, laminar,
- **Pirenoides:** Uno aproximadamente central.
- **Organización cenobial:** Compuestos por 4 células en 2 pares, ubicados uno encima del otro, de modo que un eje longitudinal pasa a través de ambos pares de células.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Crucigeniella neglecta* (Fott & Ettl) Komárek, *C. pulchra* (W. & West) Komárek.



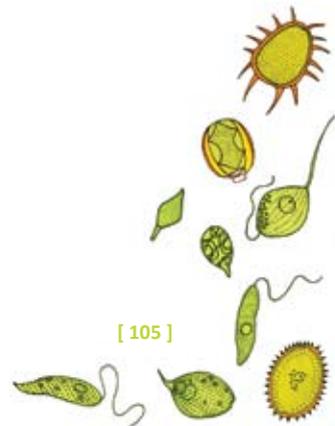


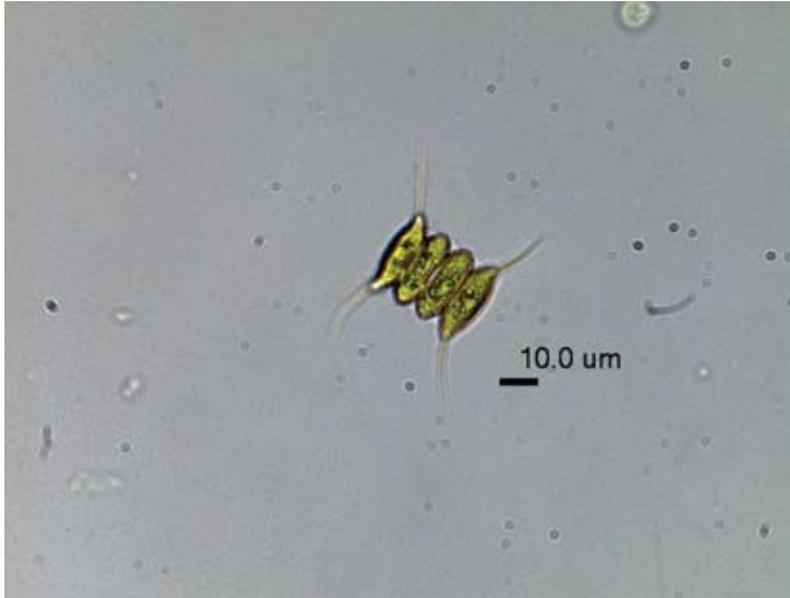
## Scenedesmus Meyen 1829

- **Forma celular:** Las células pueden ser elipsoides, ovoides, fusiformes o lunadas. Todas de igual forma en el mismo cenobio, o las células externas diferentes de las internas.
- **Pared celular:** Lisa en la mayoría de las especies, aunque también puede ser ornamentada con diminutas verrugas o tener una costilla mediana más o menos evidente.
- **Forma cenobial:** Cenobios planos, formado por 2, 4, 8, 16 e incluso 32 células dispuestas lado a lado, con sus ejes más largos paralelos entre sí. Organizado linealmente o en zigzag.
- **Cloroplasto:** Uno por célula ubicado parietalmente.
- **Pirenoide:** Uno ubicado más o menos en el centro de cada célula.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Scenedesmus aculeolatus* Reinsch, *S. armatus* (Chodat) Chodat, *S. brasiliensis* Bohlin, *S. brevispina* (G.M. Smith) Chodat; *S. ellipsoideus* Chodat, *S. insignis*



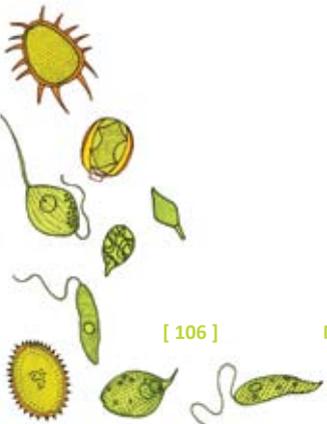
(W. & G. S. West) Chodat, *S. javanensis* Chodat  
f. *schroeteri* (Hüber-Pestalozzi) Comas & Komá-  
rek in Toledo & Comas, *S. longispina* Chodat, *S.*  
*obliquus* (Turpin) Kützing var. *dimorphus* (Turpin)  
Hansgirg, *S. opoliensis* P. Richter var. *mononensis*  
Chodat, *S. serratus* (Corda) Bohlin, *S. westii* (G.M.  
Smith) Chodat



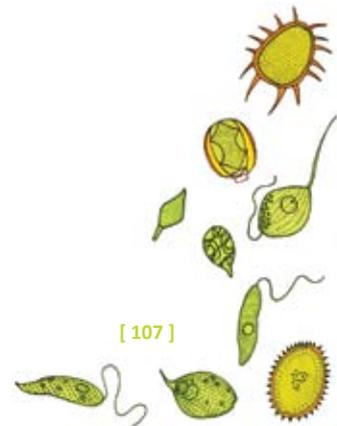


## *Desmodesmus* An, Friedl & Hegewald 1999

- **Forma celular:** Elipsoides u ovoides, y dentro del cenobio pueden tener la misma forma, o presentar diferencias entre las células de los extremos del cenobio y las células internas del mismo.
- **Forma cenobial:** Individuos de vida libre que pueden ser unicelulares o formar cenobios planos de 2, 4, 8 o 16 células dispuestas lado a lado, con sus ejes más largos paralelos entre sí.
- **Pared celular:** Ornamentada con diminutas verrugas o crestas evidentes. Presentan espinas o proyecciones en las células extremas o intermedias del cenobio, siendo la característica más importante para diferenciarse de *Desmodesmus*.
- **Cloroplasto:** Uno por célula, localizado parietalmente, ocupando en toda la superficie interna de la célula.
- **Pirenoide:** Uno aproximadamente central en cada célula.



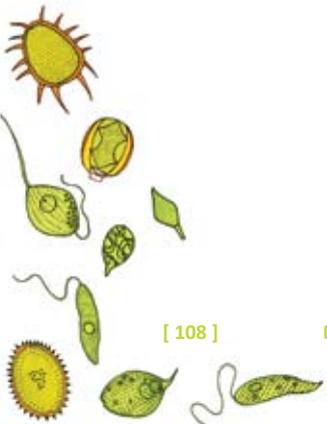
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Desmodemus acuminatus* (Lagerheim) Chodat, *D. disciformis* (Chodat) Fott & Komárek, *D. ecornis* (Ehrenberg ex Ralfs) Chodat anteriormente citados como *Scenedesmus*.





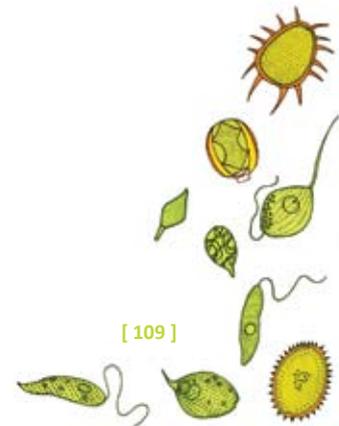
## **Tetrallantos** Teiling 1916

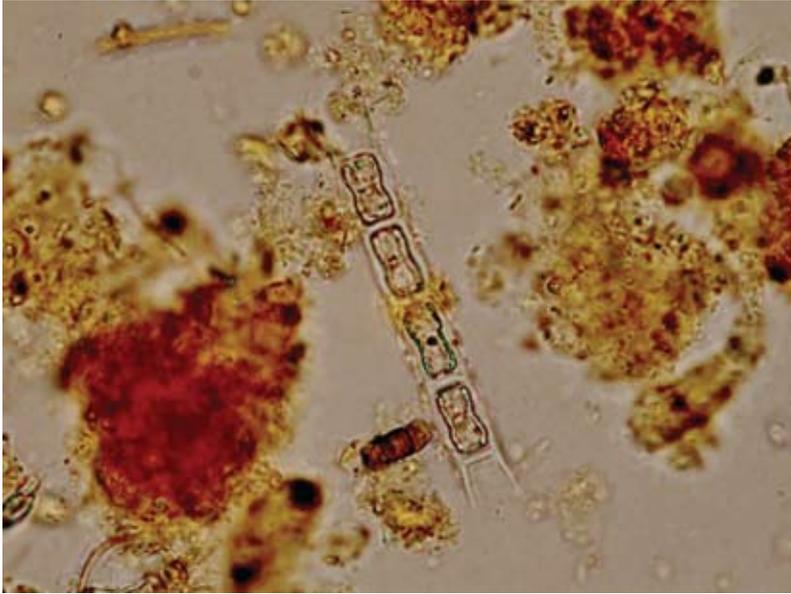
- **Forma celular:** Lunadas, con los polos redondeados.
- **Organización colonial:** Las células están distribuidas, dos de ellas más o menos curvas orientadas en paralelo y unidas por sus extremos, generalmente juntando sus caras cóncavas, y las otras dos en otro plano, perpendicular al anterior, cada una tocando los polos unidos del primer par. Colonias de vida libre, formada por 4 u 8 células dispuestas en dos planos.
- **Cloroplastos:** Uno por célula de forma laminar.
- **Pirenoides:** Único.
- Pueden persistir restos de la pared de la célula madre en forma de delicados filamentos en el centro del mucílago colonial.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Tetrallantos lagerheimii* Teiling



## Treubaria Bernard 1908

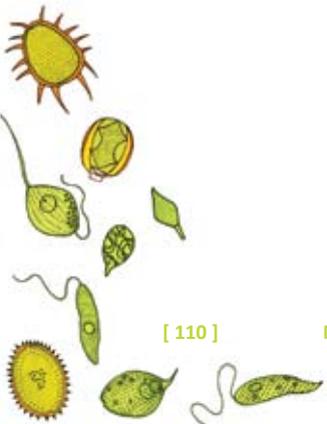
- **Forma celular:** Puede ser globosa, triangular o poliédrica.
- **Pared celular:** Delgada, incolora o parda.
- **Cloroplasto:** Las células jóvenes tienen un cloroplasto con un pirenoide central. Las células más antiguas, entretanto, tienen 3 o 4 cloroplastos, cada uno con su pirenoide.
- Posee 3 o 4 o hasta 8 espinas hialinas bastante gruesas, cónicas, anchas en sus bases, alargándose gradualmente hasta terminar en extremos más o menos puntiagudos.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Treubaria schmidlei* (Schröd.) Fott & Kovac., *Treubaria triappendiculata* Bern.

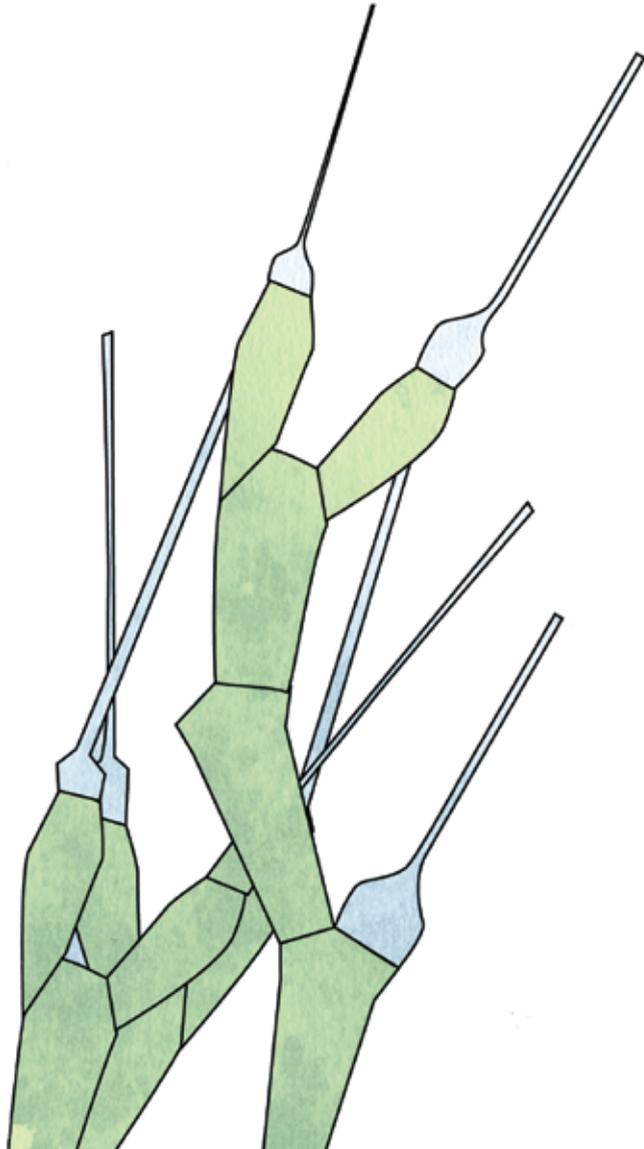




## *Microspora* Thuret 1850, nom. cons.

- **Forma celular:** Cilíndrica.
- **Pared celular:** Existe un engrosamiento diferencial de la pared celular, de modo que su parte próxima al septo transversal es siempre más gruesa y se va adelgazando hacia la porción media de la célula. La agitación del ambiente puede provocar la ruptura del filamento en la parte media formándose así fragmentos de pared celular con forma de letra H.
- **Cloroplasto:** Uno por célula, situado parietalmente, laminar, o irregularmente perforado o reticulado.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguno.

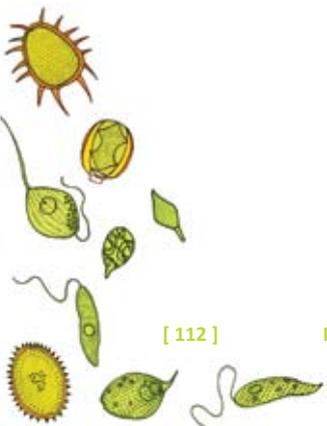




## OEDOGONIOPHYCEAE

LINA MARÍA GONZÁLEZ-GONZÁLEZ &

MARCELA NÚÑEZ-AVELLANEDA

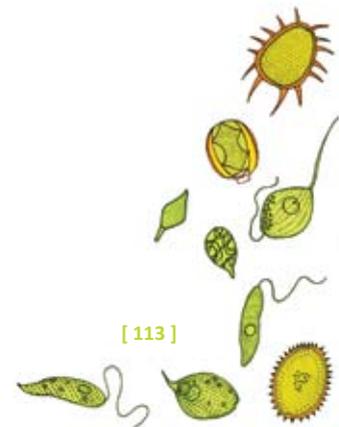


# I. Aspectos generales

- Todos los miembros de esta clase presentan tres rasgos característicos: un mecanismo inusual de división celular que genera la formación de anillos de crecimiento con material de la pared celular, zoosporas estefanocontas formadas a partir del contenido de una sola célula vegetativa y un avanzado mecanismo de reproducción sexual oogámica con características propias.
- **Pigmentos:** Clorofilas a y b, las cuales enmascaran a los carotenos y xantofilas.
- **Sustancia de reserva:** almidón
- **Aspectos nutricionales:** Fotoautótrofos
- **Hábitat:** de amplia distribución en todo tipo de ambiente acuático dulceacuícola, salvo las especies del pequeño género *Oedocladium* y unas pocas del

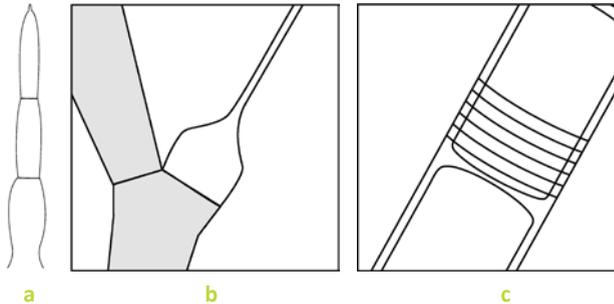
género *Oedogonium* que son terrestres. Epífitos permanentes, semipermanentes o transitorios sujetos a un sustrato vivo o inerte mediante una célula basal bien diferenciada. Ocasionalmente está unida a piedras en los bordes de lagunas, lagos, ciénagas, y corrientes, aunque a menudo se separa y flota libremente en las orillas.

- **Aspectos ecológicos:** La mayoría de especies de este grupo se desarrolla bien en ambientes ácidos, en particular las especies del género *Oedogonium*. En general son frecuentes en aguas frías, ricas en hierro y compuestos húmicos.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguno



## II. Morfología de una Oedogoniophyceae

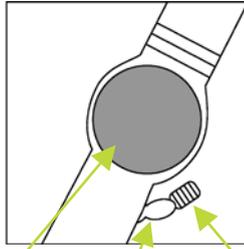
- Algas filamentosas (a) y multicelulares estrictas, debido a la presencia de conexiones intercelulares (plasmodesmos), las cuales les confieren continuidad citoplasmática. Los filamentos son uniseriados ramificados o no, con o sin cerdas o pelos (b) y están compuestos por un núcleo parietal y cloroplastos parietales y reticulados, que contienen un gran número de pirenoides, todos rodeando una o más vacuolas centrales.
- Se identifican fácilmente por la presencia de capas o anillos de crecimiento (c) que se originan como resultado de la división celular intercalar característica del grupo.



## III. Caracteres taxonómicos para la identificación

- La clasificación taxonómica de las Oedogoniophyceae se basa en caracteres reproductivos, por lo cual es necesario el estudio de individuos fértiles para la identificación taxonómica a nivel específico. La reproducción sexual de este grupo se caracteriza por su nivel de complejidad. Las especies pueden presentar las siguientes características:
- **Monoicas:** Los gametangios masculinos y femeninos se desarrollan en el mismo filamento.
- **Dioicas:** cada filamento genera solo anteridios (a) o sólo oogonios (b).
- **Macrándricas:** Los filamentos vegetativos dan lugar directamente a oogonios y/o anteridios.
- **Nanándricas:** Los filamentos masculinos dan lugar a un androsporangio. Las androsporas que libera, se fijan cerca al oogonio para formar pequeños filamentos masculinos o nanandros (c) que desarrollan uno o dos anteridios en su ápice.



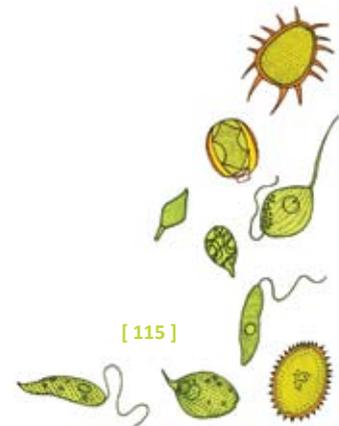


a. Oogonio    b. Nanandro    c. Anteridio

- De acuerdo a estas características, las diferentes especies se clasifican en cuatro grupos bien definidos: monoicas-macrándricas, monoicas-nanándricas, dioicas-macrándricas y dioicas-nanándricas.

Además de estas características, para la identificación taxonómica se debe tener en cuenta:

- Tamaño de la oóspora y forma y textura de su pared
- Tamaño y forma de las células vegetativas y estructura de la pared
- Tamaño y forma del oogonio
- Tipo de apertura del oogonio, ya sea por un opérculo (operculado) o por un poro (porífero)
- Ubicación del poro
- División del opérculo (ancha o estrecha)
- División del anteridio (horizontal o vertical)



## IV. Sistema de clasificación de acuerdo a Mrozińska-Webb (1985)

**Reino:** Protista

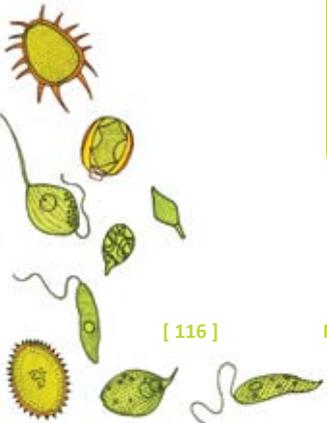
**División:** Chlorophyta

**Clase:** Oedogoniophyceae

**Orden:** Oedogoniales

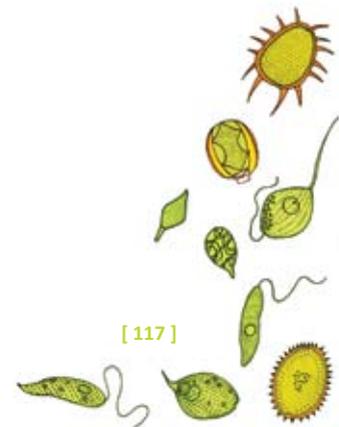
**Familia:** Oedogoniaceae

**Géneros:** *Bulbochaete*, *Oedogonium*



## *Bulbochaete* C. Agard ex Hirn 1900

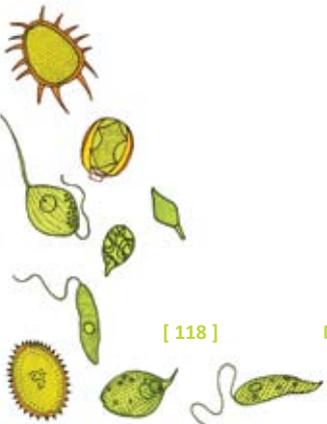
- **Forma celular:** La célula basal, de fijación, es mucho más voluminosa que las otras del filamento, redondeada y tiene en la parte inferior, una estructura de adherencia, en contacto con el sustrato. Las células intermediarias también son polarizadas, es decir, presentan un polo distal (en relación con el sustrato) nítidamente más largo que el proximal.
- La célula basal es, generalmente, redonda y modificada en una estructura de adherencia, dotada de numerosos procesos con forma de ganchos diminutos de fijación.
- Cada célula intermediaria, así como la terminal, cuenta con solo un cloroplasto reticulado que circunda, internamente, toda la célula. Los pirenoides son numerosos y ocurren individualmente en cada intersección mayor del retículo del plastidio.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



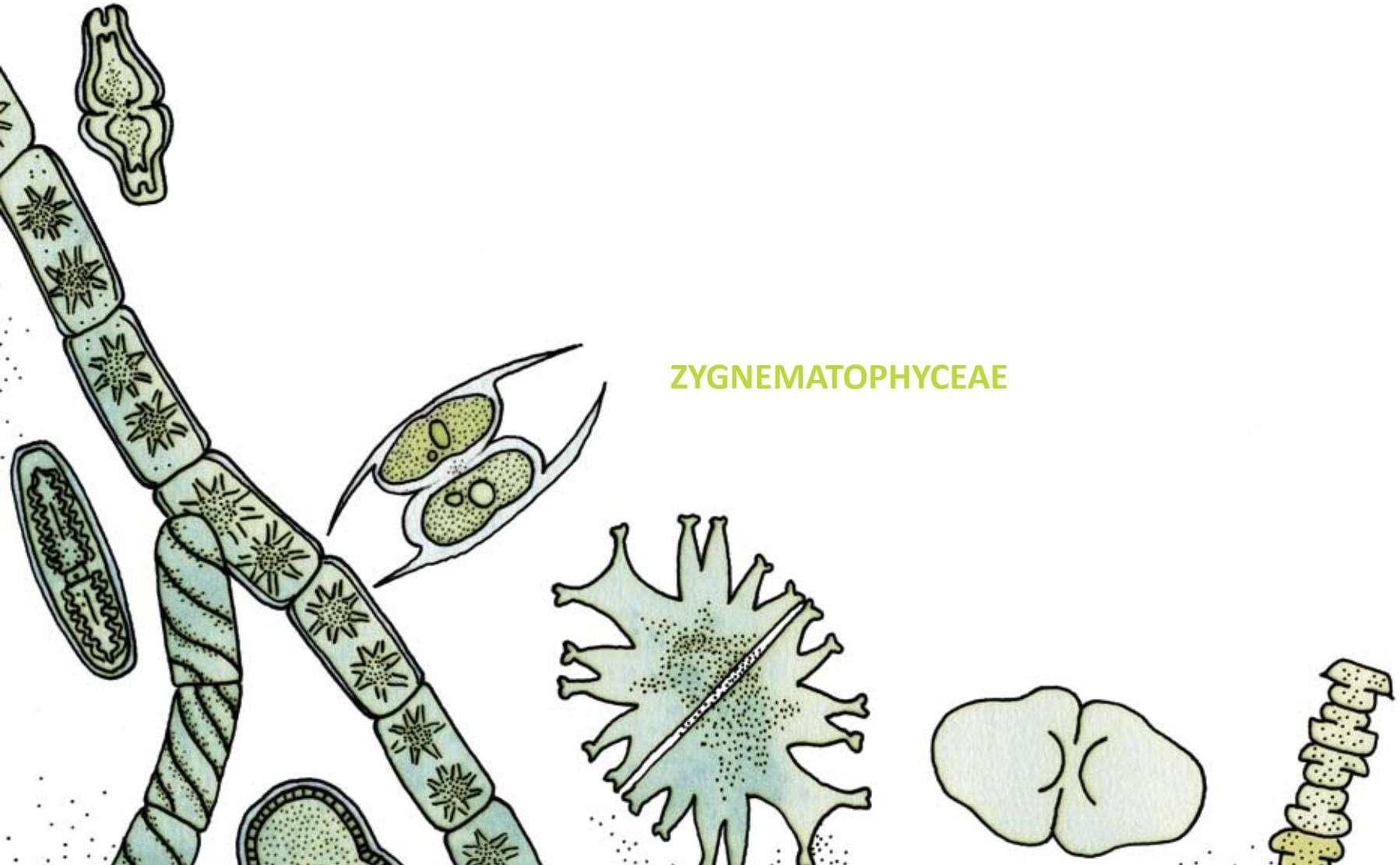


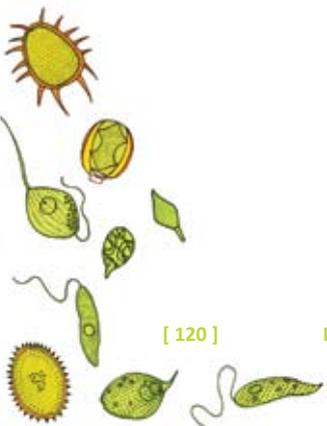
## *Oedogonium* Link ex Hirn 1900

- **Forma celular:** Células generalmente cilíndricas. En general, son levemente alargadas en el polo distal (el polo ubicado hacia el ápice del filamento), el cual también tiene la pared celular estriada transversalmente. La célula terminal del filamento es redondeada en el ápice.
- La mayoría de las células intercalares tienen anteriormente, un poco desviada para el lado, una célula piliforme de base bulbosa, que es la característica diagnóstica de este género y del cual proviene su nombre.
- La identificación de las especies de este género es un proceso bastante difícil, pues depende, obligatoriamente, de tener disposición de material fértil y maduro en todas las fases de su ciclo de vida.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



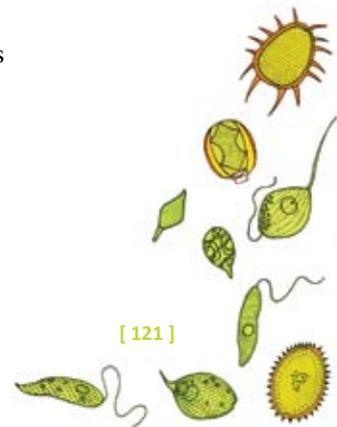
ZYGNEMATOPHYCEAE





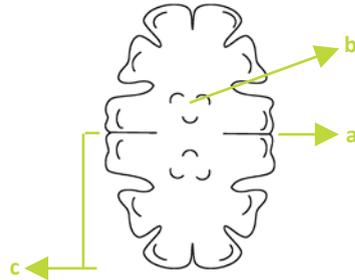
# I. Aspectos generales

- **Nombre común:** Desmidiás verdaderas o Placodermá y el grupo de las desmidiás falsas o Saccodermáe
- **Características distintivas:** Grupo de microalgas unicelulares o filamentosas que tiene un tipo particular de reproducción sexual llamada conjugación, donde toda la célula se convierte en gametos ameboides isomórficos, que se fusionan a través de un tubo de conjugación y de esta fusión surge una cigota “Zygospora”.
- **Nivel de organización:** unicelulares y filamentosas (tricales).
- **Pigmentos:** Clorofila a y b y pigmentos accesorios como c-ficocianina, c-ficoeritrina, carotenos, xantofilas y carotenos.
- **Sustancia de reserva:** Poliglucano y proteínas
- **Aspectos nutricionales:** Fotoautótrofos
- **Hábitat:** Perifiton, Bentos, Ticoplancton, Potamoplancton, fitoplancton.
- **Tamaño:** Desde 10µm hasta 1mm en algunas formas filamentosas.
- **Aspectos ecológicos:** Las formas unicelulares prefieren aguas pobres en nutrientes y asociadas a plantas acuáticas, y algunas filamentosas (*Spirogyra*) en cuerpos de agua pandos estacionales con niveles altos de eutrofia.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 60 especies



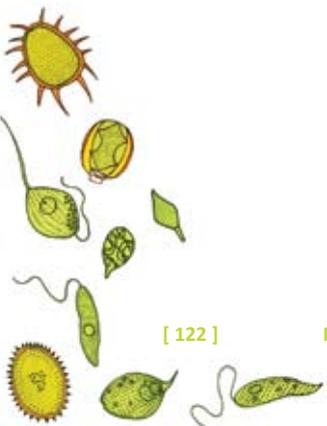
## II. Morfología de un Zygófito:

- La mayoría de géneros tiene una incisión más o menos profunda y de apertura variable llamada seno (a) donde las dos hemicélulas (c) se unen y se conectan a través del Istmo que puede ser ancho o estrecho de acuerdo a la profundidad de la incisión. En algunos géneros esta incisión no es evidente, sin embargo internamente están divididas. Algunos géneros presentan una vacuola en la que se encuentran gránulos refringentes. Se presentan las cinturas transversales que se presentan en la región media



## III. Caracteres taxonómicos para la identificación

- Medidas y Vistas: Pueden ser vistas en tres posiciones. En vista apical o vertical las células pueden estar lobuladas o extendidas en más de un plano (3-8 radiadas), redondeadas y ovales. Las medidas que se toman son longitud, espesor y ancho
- Ornamentación: Superficie lisa, poros, retículo superficial, crestas, aletas, espinas, gránulos, cuernos.
- Forma de la célula: Ovoide, bicónica, subpentagonal, subsférica, con varios procesos, entre otros.
- **Cloroplastos:** Uno, dos o varios en cada hemicélula. Pueden ser axiales (masivos o estrellados) o parietales o en forma de cinta. **Pirenoides:** Uno, dos o varios en cada hemicélula
- Istmo: Sutura transversal que se presentan en la región media, relacionado con el seno o sinus, abertura lateral que puede ser lineal cerrado, ondulado muy poco abierto, abierto con ángulo rígido y muy abierto con ángulo redondo.



## IV. Sistema de clasificación de acuerdo a Bicudo & Menezes (2006)

**Reino:** Protista

**División:** Chlorophyta

**Clase:** Zygnematophyceae

**Orden:** Zygnematales

**Suborden:** Sacodermatae

**Familia:** Zygnemataceae

**Géneros:** *Mougeotia*, *Spirogyra*, *Zygnema*.

**Familia:** Mesotaeniaceae

**Géneros:** *Netrium*

**Orden:** Desmidiales

**Suborden:** Placodermatae

**Familia:** Closteriaceae

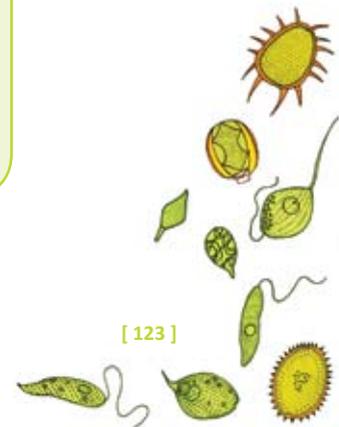
**Géneros:** *Closterium*

**Familia:** Peniaceae

**Géneros:** *Penium*, *Gonatozygon*

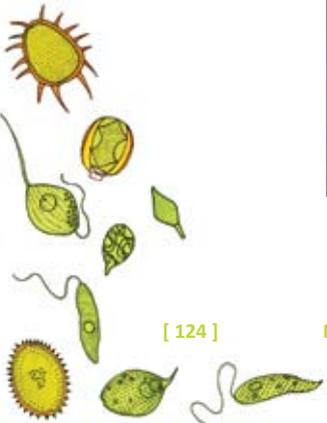
**Familia:** Desmidiaceae

**Géneros:** *Actinotaenium*, *Cosmarium*, *Euastrum*, *Micrasterias*,  
*Pleurotaenium*, *Triploceras*, *Xanthidium*, *Staurastrum*, *Staurodesmus*,  
*Tetmemorus*, *Hyalotheca*, *Bambusina*, *Desmidium*, *Onychonema*.



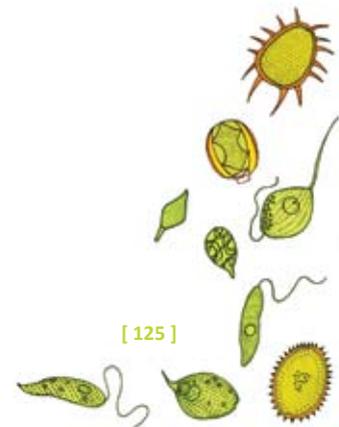
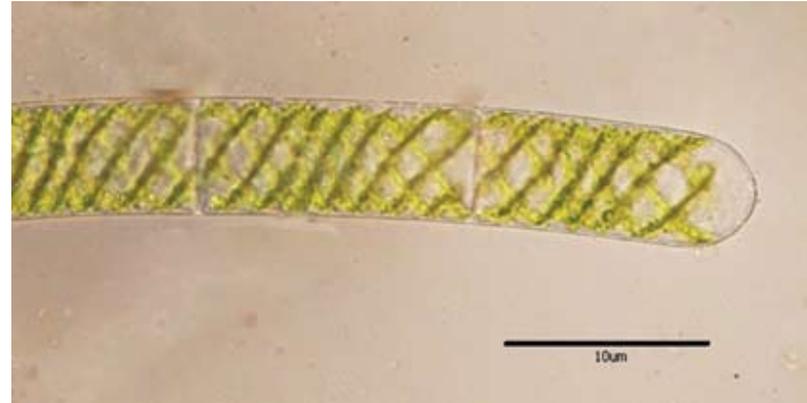
## *Mougeotia* C. Agardh 1824

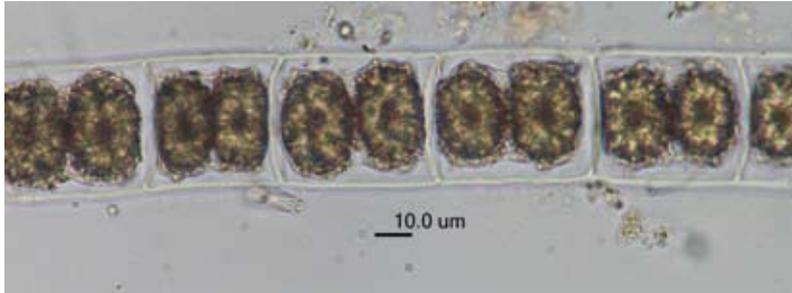
- **Forma celular:** Cilíndrica alargada
- **Filamento:** Uniseriado
- **Pared celular:** Lisa.
- **Cloroplastos:** Uno o dos, axial laminar.
- **Pirenoides:** Numerosos y dispuestos de manera dispersa o en línea en la parte media.
- Para la correcta identificación a nivel de especie se requiere conocer la morfología y ornamentación de las zygosporas, disposición de los pirenoides, dimensión y ornamentación de las células
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



## *Spirogyra* Link 1820

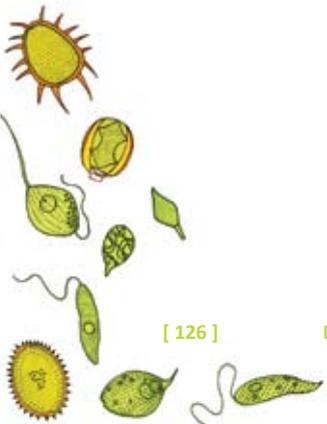
- **Forma celular:** Cilíndricas, alargada
- **Filamento:** Uniseriado
- **Pared celular:** lisa, de dos capas: una interna de celulosa y una externa cubierta de mucílago.
- **Cloroplastos:** Tiene de 1 a 16 cloroplastos parietales por célula con forma de cinta dispuesta helicoidalmente.
- **Pirenoides:** Numerosos organizados en serie.
- Para la correcta identificación a nivel de especie se requiere conocer la morfología y ornamentación de las zygosporas, número de cloroplastos, modo de formación del tubo de conjugación y dimensión de las células vegetativas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna





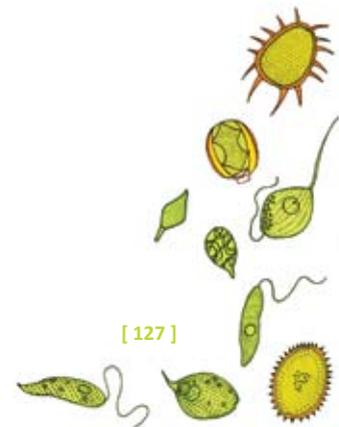
## *Zygnema* C. Agardh 1824

- **Forma celular:** Cilíndrica cortas, varía de 1 a 10 veces más anchas que largas.
- **Filamento:** Uniseriado
- **Pared celular:** Lisa, con dos capas: una interna de celulosa y una externa cubierta de mucílago
- **Cloroplastos:** Poseen dos (raramente 4), axiales y estrellados
- **Pirenoides:** Uno central por cada cloroplasto.
- Para la correcta identificación a nivel de especie se requiere conocer morfología y ornamentación de las zygosporas y dimensiones de las células vegetativas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna

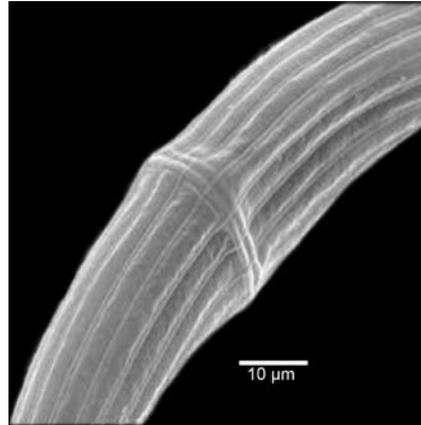


## *Netrium* (Nägeli) Itzigsohn & Rothe emend. Lütkemüller 1902

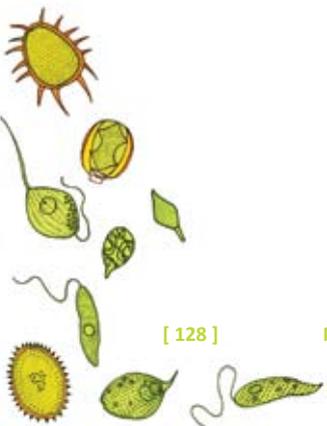
- Los representantes de este género, suele confundirse con el género *Penium*, se diferencia de este porque la pared celular es de una sola pieza.
- **Forma celular:** Derechas, cilíndricas, subcilíndricas, fusiformes o elípticas, por lo menos 2 hasta 20 veces más largas que anchas, con los polos.
- **Forma del ápice:** Ampliamente redondeados a truncados.
- **Pared celular:** Hialina, lisa, sin segmentaciones ni poros.
- **Cloroplastos:** 1 o 2 en cada hemicélula, que en la mayoría de los casos son axiales, esteloides, con 6 a 12 crestas o bordes entrantes y salientes.
- **Pirenoides:** alineados longitudinalmente o dispersos irregularmente en cada plástido.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



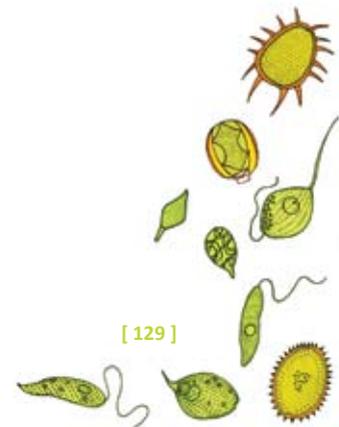
## *Closterium* Nitzsch ex Ralphs 1848



- **Forma celular:** Arqueadas, lunadas, curvadas solo en los polos (semilunadas) o rectas (fusiformes). Borde dorsal convexo e incluso aumentado en la parte media.
- **Forma del ápice:** Redondo, obtusos, cónicos, acuminados, truncados, rostrados, excepcionalmente terminados en forma de espina.
- **Bandas conectivas:** Una o varias
- **Región media:** Puede estar abultada o no.
- **Vacuola terminal:** Con varios corpúsculos trepidantes (gránulos de sulfato de calcio) en cada hemicélula.
- **Pared celular:** Lisa, punteada o estriada. Originalmente incolora, pero puede con la edad impregnarse de sales de hierro y obtener un color café.
- **Cloroplastos:** Entero masivo, liso o con estrías longitudinales, llegando a estrellado en corte. Se encuentra en la parte axial de cada hemicélula.



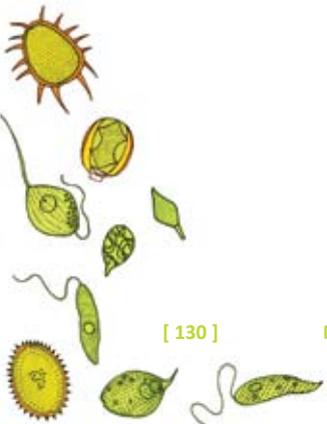
- **Pirenoides:** Numerosos dispuestos en series axiales o periféricas, hasta sin orden.
- **Grado de curvatura:** Se evalúa mediante el esquema Heimans (1946) en Coesel (1983), que se basa en un dibujo del “Closteriocurvímetro”, que mide en grados (°) la curvatura del género.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Closterium arcuarium* var. *arcuarium* Hugues, *Cl. closterioides* var. *closterioides* Louis & Peters, *Cl. cynthia* var. *cynthia* De Notaris, *Cl. diana* var. *diana* fo. *diana* Ehr. ex Ralfs, *Cl. eboracense* var. *eboracense* Turner, *Cl. ehrenbergii* var. *ehrenbergii* Menen. ex. Ralfs, *Cl. gracile* var. *gracile* Breb. ex Ralfs, *Cl. jenneri* var. *jenneri* Ralfs, *Cl. jenneri* var. *robustum* West, *Cl. kuetzingii* var. *kuetzingii* Breb., *Cl. leibleinii* var. *leibleinii* Kutz. ex Ralfs, *Cl. limneticum* var. *limneticum* Lemmer, *Cl. littorale* var. *littorale* Gay, *Cl. moniliferum* var. *moniliferum* Ehr. ex Ralfs, *Cl. moniliferum* var. *submoniliferum* Krieger, *Cl. parvulum* var. *parvulum* Nageli, *Cl. rostratum* var. *rostratum* Ehr. ex Ralfs, *Cl. tumidum* var. *tumidum* fo. *tumidum* Johnson, *Cl. venus* var. *incurvum* Krieger





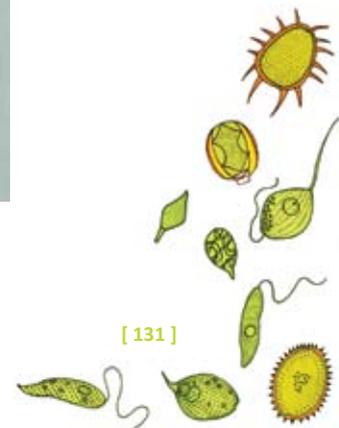
## *Penium* Brébisson ex Ralfs emend. Kouwets & Coesel 1984

- **Forma celular:** Corto, recto, cilíndrico, elipsoidal también y de sección transversal circular o casi circular (oblongo).
- **Forma del ápice:** Redondeado a truncado.
- **Bandas conectivales:** Evidentes en algunas especies
- **Región media:** Constricción media ausente o levemente marcada.
- **Pared celular:** Tiene dos capas: una interna de celulosa y una externa de pectosa que está punteada con poros simples, gránulos, bastones, o estrías, dispuestos en estrías longitudinales o en forma helicoidal.
- **Cloroplastos:** uno (dos) por hemicélula, masivos, axiales, de sección estrellada, con puentes radiales, longitudinales hacia los bordes.
- **Pirenoides:** uno o más, de forma esférica o de bastón, en una serie central.
- Para la correcta identificación a nivel de especie se requiere conocer morfología y ornamentación de las zygoporas, ornamentación de la pared celular y dimensiones de las células vegetativas
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna

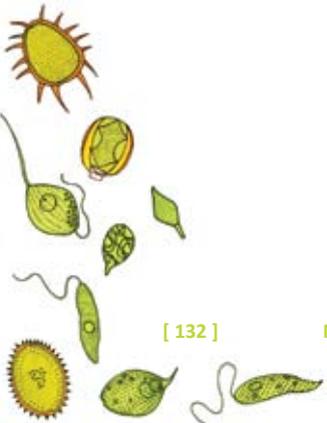


## Gonatozygon De Bary 1856

- **Forma celular:** cilíndrica, algunas veces fusiforme, en general, desde 8 hasta 20 veces mas largas que anchas. Suelen unirse por los ápices formando pequeñas “cadenas”
- **Forma del ápice:** Ampliamente aplanados o truncados.
- **Bandas conectivales:** Ausentes
- **Región media:** La determinación de las hemicélulas no se hace por indicios de una constricción en la mitad, mas si por el contenido celular que claramente está dividido en 2 porciones equivalentes, separadas en la región más o menos media de la célula.
- **Pared celular:** Puede ser lisa o decorada con gránulos, diminutas espinas o estructuras piliformes, dispuestas desordenadamente.
- **Cloroplastos:** dos (raramente uno), separados por el núcleo. Se encuentra en la parte axial de la hemicélula. De forma laminar o estrellados, un tanto ondulados.

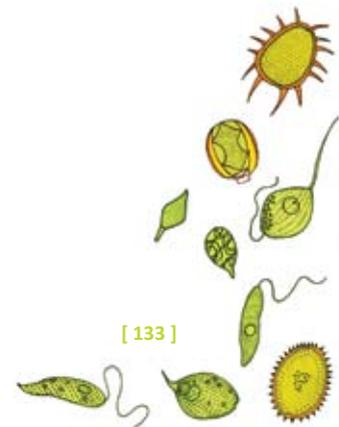
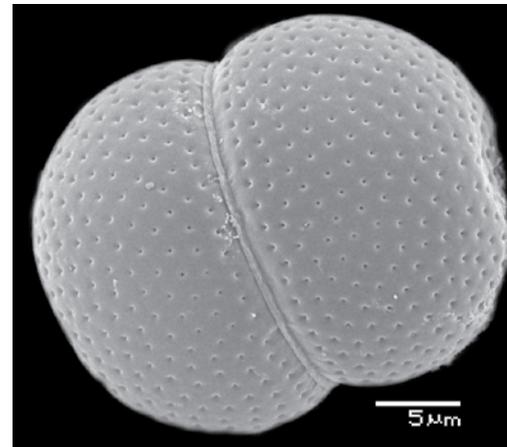


- **Pirenoides:** 1 a 20 organizados más o menos equidistantes unos de otros en la línea media del plastido.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Gonatozygon aculeatum* var. *aculeatum* Hastings, *G. monotaenium* var. *monotaenium* de Bary, *G. monotaenium* var. *minutum* Cushman, *G. monotaenium* fo. *punctatum* Croasdale, *G. aculeatum* var. *aculeatum* Hastings, *G. monotaenium* fo. *punctatum* Croasdale

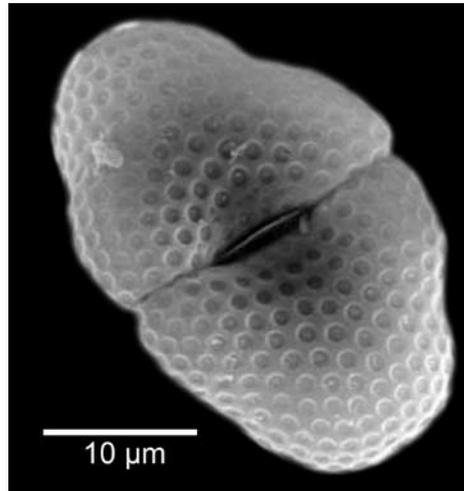


## *Actinotaenium* (Nägeli) Teiling 1954

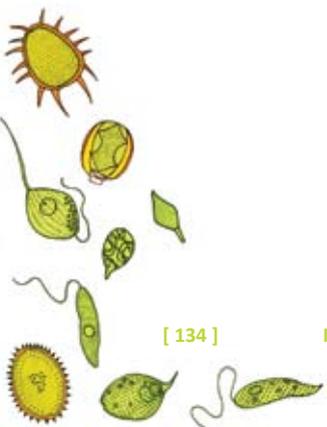
- **Forma celular:** Más largas que anchas. De sección transversal, o vista apical, siempre circular.
- **Forma del ápice:** redondeado hasta ampliamente truncado.
- **Bandas conectivas:** Ausentes
- **Región media:** Seno poco profundo y un istmo amplio
- **Márgenes laterales:** Varían desde ampliamente convexas hasta casi rectas.
- **Pared celular:** Lisa y nítidamente punteada, escrobulaciones e incluso pequeños gránulos. Los poros pueden estar distribuidos irregularmente, o en series oblicuas.
- **Cloroplastos:** Uno central, estrellado en corte transversal, raramente acintados y parietales.
- **Pirenoides:** Hasta 10 dispuestos en serie longitudinalmente en la célula.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Actinotaenium colpopelta* fo. *colpopelta* Compère, *A. cucurbitinum* var. *cucurbitinum* fo. minus Teiling, *A. wolley* Teiling ex Ruzicka & Pouzar



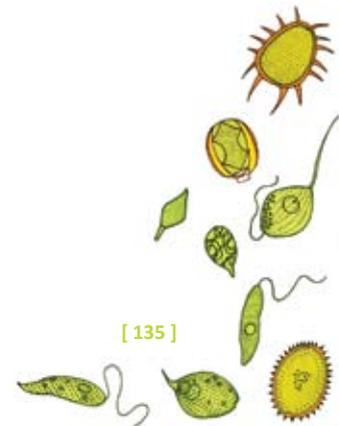
## Cosmarium Corda ex Ralfs 1848



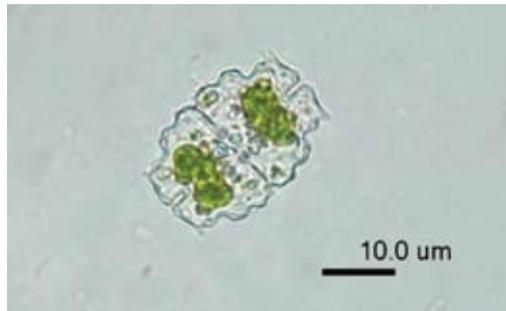
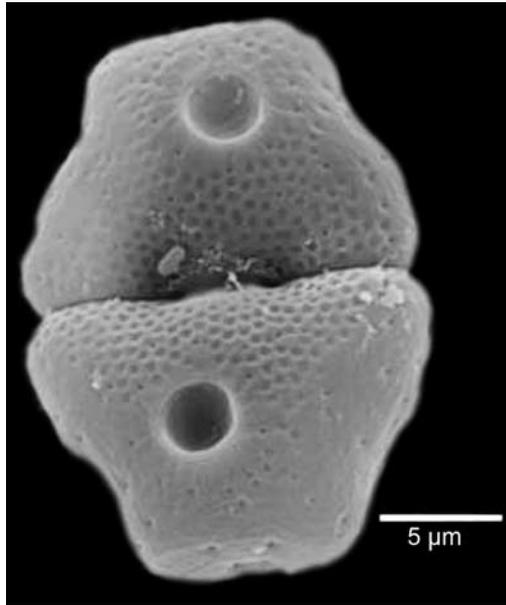
- **Forma celular:** En vista apical elíptica, oblonga o reniforme. La forma de las hemicélulas varía de casi esférica a subpiramidal, o hasta casi cónica. En algunos casos, la célula puede estar envuelta en una vaina de mucílago abundante.
- **Forma del ápice:** redondeado hasta ampliamente truncado.
- **Bandas conectivas:** Ausentes
- **Región media:** Seno ampliamente marcado.
- **Márgenes laterales:** lisos o regularmente ondulados, granulados, dentados o aserrados.
- **Pared celular:** Lisa, nítidamente puntuada, puede presentar gránulos, verrugas o lóbulos, pero nunca se encuentran espinas. Se registran poros de mucílago en lugares fijos según la especie.
- **Cloroplastos:** Uno o dos axiales por hemicélula, parietales,
- **Pirenoides:** Con uno o dos localizados en el centro de cada plástido.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Cosmarium*



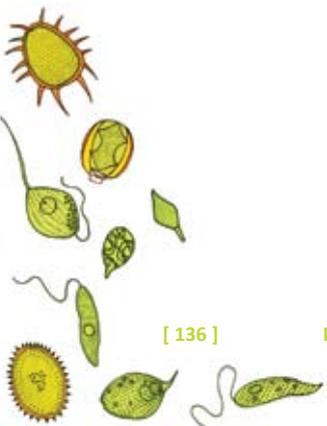
*baileyi* var. *baileyi* Wolle, *C. broomei* Ralfs, *C. candianum* var. *candianum* fo. *candianum* Delponte, *C. connatum* var. *connatum* Ralfs, *C. galeritum* var. *galeritum* Nordstedt, *C. hammeri* var. *hammeri* fo. *hammeri* Reinsch, *C. lundelli* var. *corruptum* Delponte, *C. margaritatum* var. *margaritatum* fo. *margaritatum* Roy & Bisset, *C. porrectum* Nordstedt, *C. pseudoconnatum* var. *pseudoconnatum* Nordstedt, *C. pyramidatum* var. *stephani* Krieger et Gerloff, *C. quadrum* var. *quadrum* Lundell, *C. subequale* G.S. West, *C. trilobulatum* var. *abscissum* Krieger et Gerloff, *C. undulatum* var. *minutum* Corda ex Ralfs



## *Euastrum* Ehrenberg ex Ralfs 1848

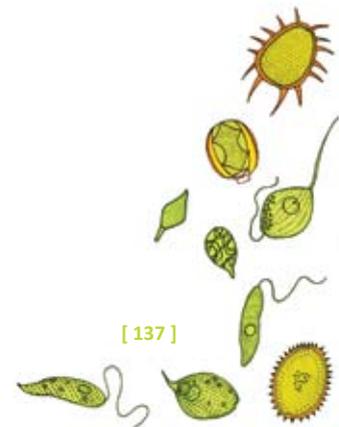
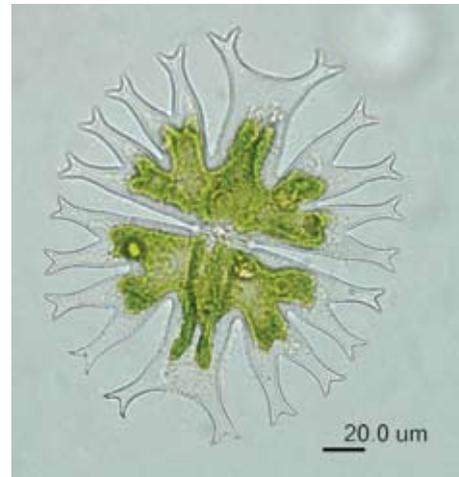
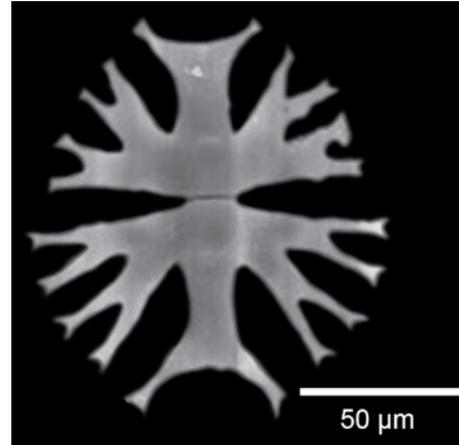


- **Forma celular:** Las hemicélulas pueden ser divididas en tres lóbulos (trilobuladas). La morfología de esos lóbulos es extremadamente variada. Una característica distintiva del género es la existencia de una incisión apical media estrecha y de profundidad variable, estrecha o abierta en U o en V. Comprimidas dorsiventralmente.
- **Forma del ápice:** redondeado hasta ampliamente truncado.
- **Bandas conectivales:** Ausentes
- **Región media:** seno ampliamente marcado
- **Márgenes laterales:** lisos o regularmente ondulados, granulados, dentados o aserrados.
- **Pared celular:** Lisa, uniformemente puntuada, escrobiculada o puede tener algunos poros extremadamente diferenciados o con gránulos o espinas.
- **Cloroplastos:** Uno en cada hemicélula
- **Pirenoides:** solo uno, situado en la mitad del plástido.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Euastrum binale* var. *hians* Krieger, *E. gemmatum* var. *gemmatum* fo. *gemmatum* Ralfs

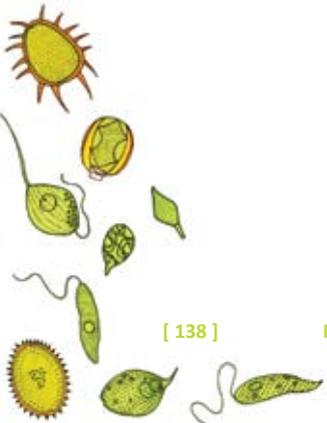


## *Micrasterias* C. Agardh ex Ralfs 1848

- **Forma celular:** De contorno elíptico a circular, en general un poco más largas que anchas, comprimidas dorsiventralmente, simétricas bilateral y bipolarmente. Hemicélulas con 3 o 5 lóbulos bifurcados, siendo el lóbulo polar siempre cuneiforme alargado. Algunas especies forman cadenas por unión de las células a partir de sus polos.
- **Forma del ápice:** redondeado, cuneado hasta ampliamente truncado.
- **Región media:** seno profundo, ampliamente marcado
- **Pared celular:** siempre es lisa, delgada, de dos capas, y la segunda de estas es puntuada o marcada con depresiones superficiales. En algunas especies la superficie es ornamentada con gránulos, verrugas o espinas cortas, situadas usualmente próximas a las incisiones de los lóbulos raramente en toda la superficie.

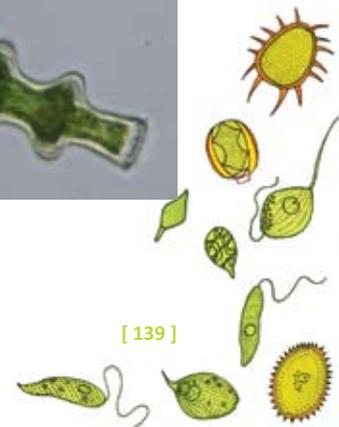
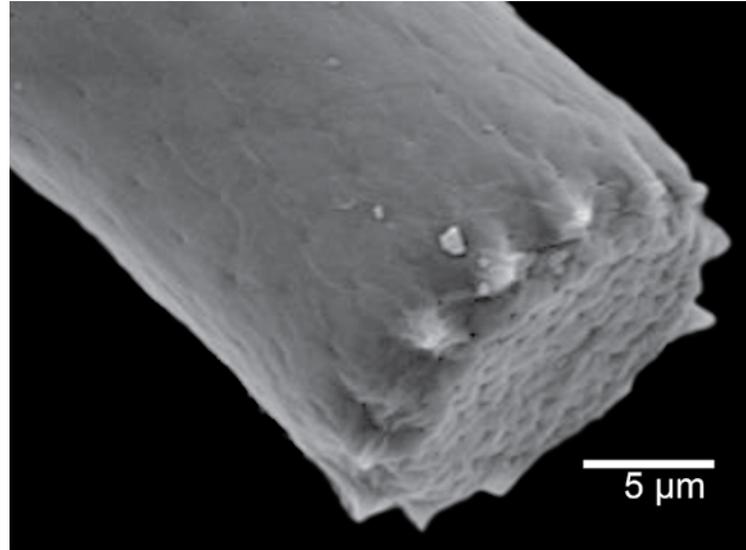


- **Cloroplastos:** uno por hemicélula, frecuentemente lobado, de forma similar a la hemicélula, axial.
- **Pirenoides:** Distribuidos irregularmente en el plástido.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Micrasterias abrupta* West & West, *M. laticeps* var. *laticeps* fo. *laticeps* Vidensk, *M. laticeps* var. *acuminata* Krieger, *M. mahabuleswarensis* Lamónica-Freire, *M. radians* Turner, *M. radiososa* var. *ornata* fo. *ornata* Nord., *M. rotata* var. *rotata* fo. *rotata* Ralfs ex Ralfs, *M. truncata* var. *pusilla* fo. *pusilla* Bréb. ex Ralfs, *M. truncata* var. *truncata* fo. *truncata* Bréb. ex Ralfs



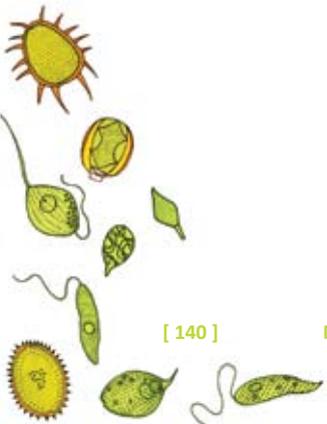
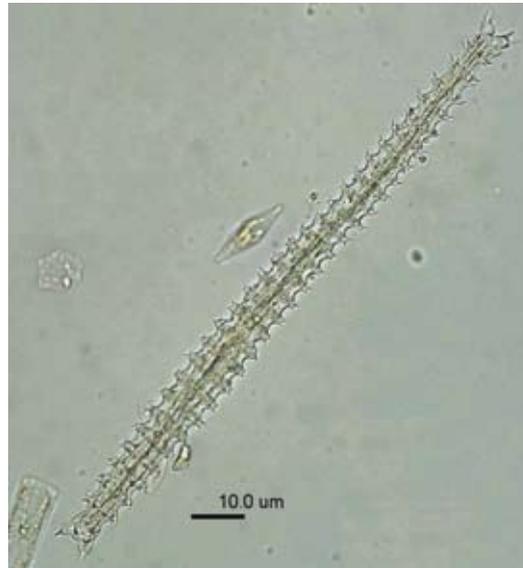
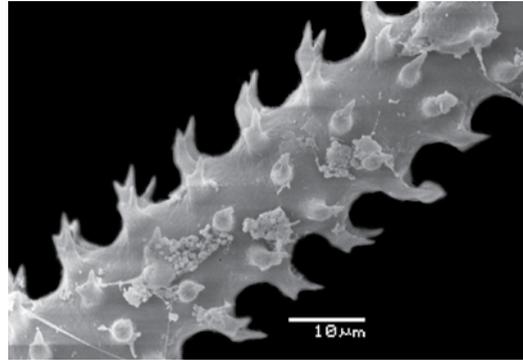
## *Pleurotaenium* Nägeli emend Grönblad 1924

- **Forma celular:** Cilíndrica alargada, de 2 a 35 veces más largas que anchas. Sección transversal circular o casi circular. Suelen unirse por los polos formando filamentos cortos.
- **Márgenes:** lisos, rugosos, undulados, nudosos o espinosos.
- **Forma del ápice:** Truncado, a veces redondeado, liso u ornamentado con una corona de gránulos o espinas.
- **Bandas conectivales:** Una o varias
- **Región media:** Constricción no tan profunda. La unión de las hemicélulas con un anillo engrosado
- **Istmo:** Puede o no ser evidente
- **Vacuola terminal:** Algunas veces presentes, con corpúsculos trepidantes en cada hemicélula.
- **Pared celular:** Lisa o puntuada.
- **Cloroplasto:** Uno por hemicélula, laminar o esteloide situado axialmente
- **Pirenoides:** varios organizados en la banda parietal o axial.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



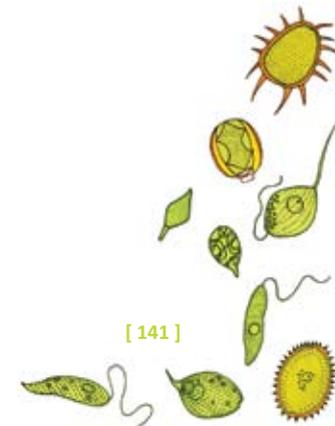
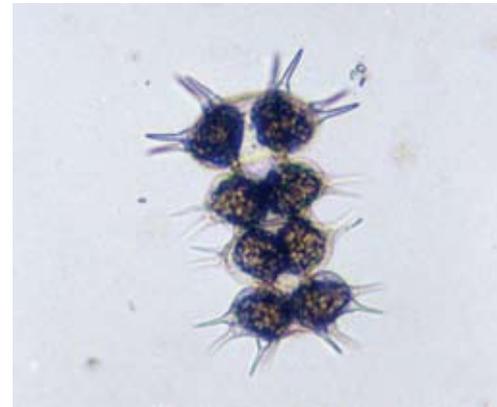
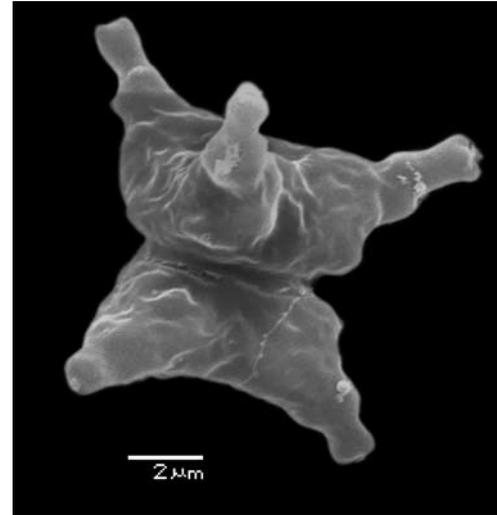
## *Triploceras* Bailey 1851

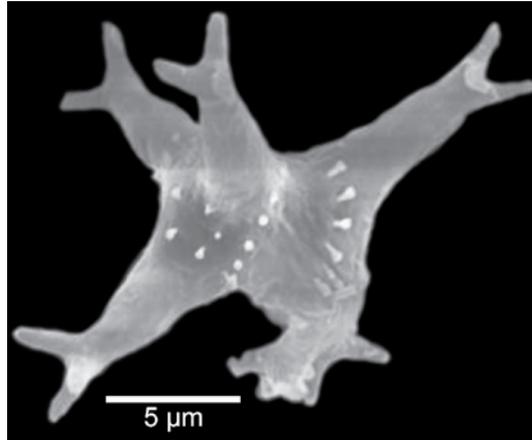
- **Forma celular:** Células alargadas, subcilíndricas, de 8 a 20 veces más largas que anchas.
- **Forma del ápice:** aplanados o también rectos o biselados en el medio, con 2 a 4 procesos subcónicos, usualmente ornamentados con una o dos espinas.
- **Bandas conectivas:** Ausentes
- **Región media:** seno poco evidente
- **Istmo:** Puede o no tener una pequeña incisión.
- **Pared celular:** Lisa o punteada.
- **Cloroplasto:** Axial, con lamelas longitudinales, estrellado en corte transversal.
- **Pirenoides:** presentes en la línea axial
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



## *Xanthidium* Ehrenberg emend. Ralfs 1848

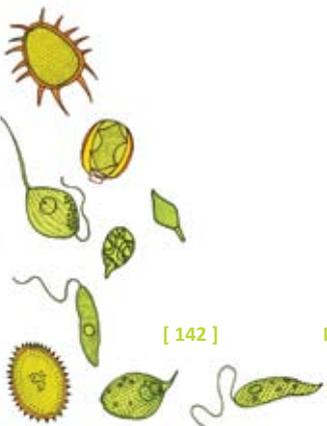
- **Forma celular:** Isodiamétricas ó ligeramente más largas que anchas, comprimidas de modo que se ven ovaladas o elípticas en las vistas apical y lateral. En la vista frontal, las hemicélulas son transversalmente ovaladas, elípticas, hexagonales o poligonales.
- **Forma del ápice:** desde aplanado a ampliamente convexo
- **Región media:** seno profundo y de angosto a abierto. Istmo angosto, raramente amplio.
- **Procesos:** los ángulos celulares, provistos de espinas, más o menos curvas, de largo, número y disposición variable. Frecuentemente se encuentran en pares y en al menos dos niveles diferentes superpuestos en las hemicélulas
- **Pared celular:** lisa, en ocasiones con protuberancias en el centro de la célula (en vista frontal), provista de poros, gránulos y/o espinas.
- **Cloroplasto:** de uno a cuatro
- **Pirenoides:** Cada cloroplasto con uno parietal
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna.



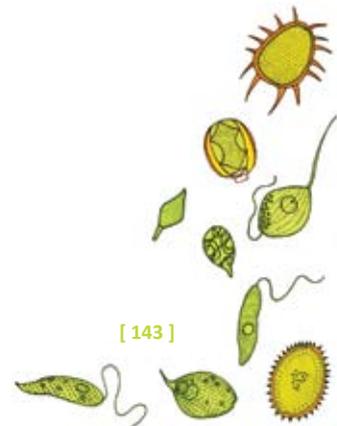


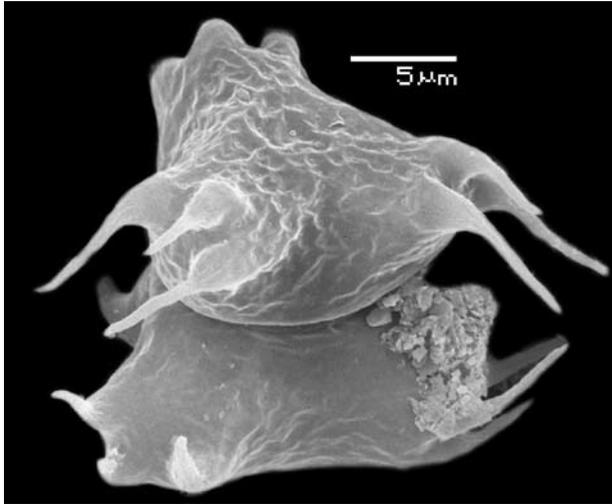
## *Staurastrum* Meyen ex Ralfs 1848

- **Forma celular:** Las células poseen simetría vertical radial. Las hemicélulas pueden ser casi circulares, más o menos elípticas, triangulares, trapeciformes, campanuladas, etc., cuyos ángulos que generalmente se prolongan en procesos “brazos” huecos, que terminan furcados.
- **Forma del ápice:** Más o menos convexo, usualmente ornamentado de por pequeñas espinas, dispuestas radialmente.
- **Región media:** constricción variable, pero usualmente profunda, seno generalmente agudo e istmo angosto.
- **Pared celular:** puede ser lisa, puntuada, granulada, verrucosa o cubierta de espinas de varios tipos.
- **Cloroplasto:** uno por hemicélula, axial y con proyecciones lobuladas, que siguen el sentido de cada ángulo de las hemicélulas.
- **Pirenoides:** Uno central por plástido.



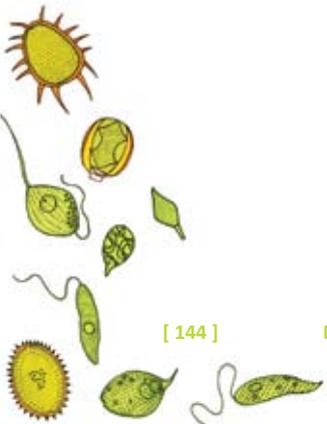
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Staurastrum gladiosum* var. *gladiosum* fo. *gladiosum* Turner, *S. muticum* var. *muticum* fo. *muticum* Ralfs, *S. quadrangulare* var. *quadrangulare* Ralfs, *S. setigerum* var. *setigerum* fo. *setigerum* Cleve





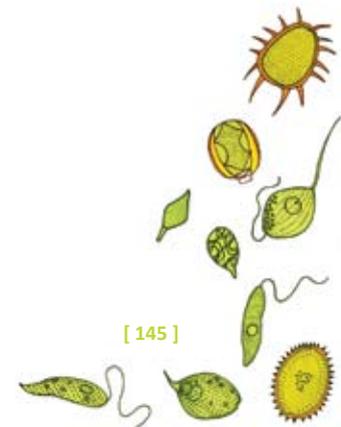
## Staurodesmus Teiling 1948

- **Forma celular:** En vista apical elíptico (birradiado) a tri-multirradiado. Los ángulos ornados con una o más espinas.
- **Forma del ápice:** amplio y ligeramente cónicos.
- **Bandas conectivas:** Ausentes
- **Región media:** seno profundo y agudo
- **Procesos:** Espinas sólidas de tamaño variable, desde un micrón, hasta relativamente largas.
- **Istmo:** desde angosto hasta amplio.
- **Pared celular:** lisa, con poros, distribuidos en los extremos celulares u homogéneamente en la totalidad de la superficie celular.
- **Cloroplasto:** axial, único por hemicélula, con proyecciones lamelares que se dirigen para cada ángulo de la célula.
- **Pirenoides:** Uno central por plástido.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Staurodesmus convergens* var. *convergens* Teil



## *Tetmemorus* Ralfs ex Ralfs 1848

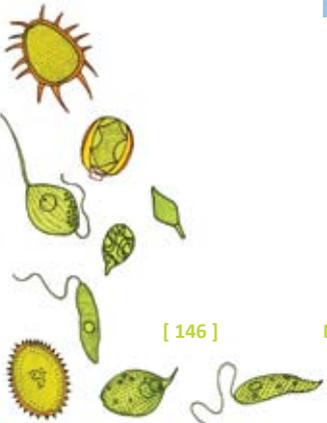
- **Forma celular:** Células rectas, que varían desde cilíndricas hasta fusiformes, de 4 a 9 veces más largas que anchas. En vista apical circular o elíptica.
- **Forma del ápice:** ampliamente redondeado a ligeramente cónicos, con una incisión vertical usualmente linear y profunda, alineada con la sección transversal de las hemicélulas
- **Bandas conectivales:** Ausentes
- **Región media:** ligeramente constrictas
- **Istmo:** Puede o no tener una pequeña incisión.
- **Pared celular:** lisa, puntuada, escrobiculada o reticulada. Cuando presentes, los poros pueden distribuirse irregularmente por toda la superficie.
- **Cloroplasto:** único por hemicélula, axial y esteloide.
- **Pirenoides:** central en las especies de menor talla o varios alineados en una serie longitudinal en los taxones de tamaño mayor.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



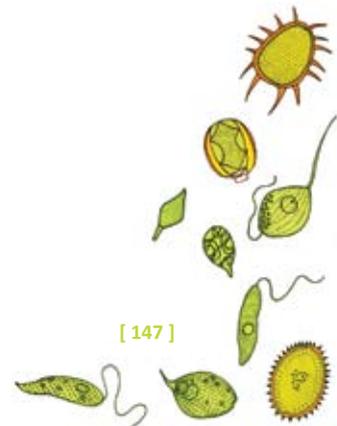


## *Hyalotheca* Ehrenberg ex Ralfs 1848

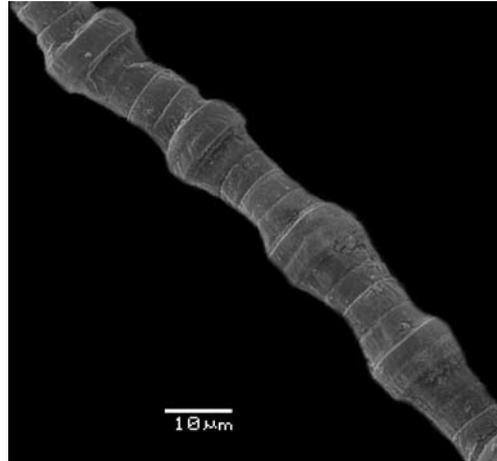
- **Forma celular:** Subcilíndricas, desde cortas hasta más largas que anchas. Las hemicélulas son trapeciformes, subcuadradas u oblongas y poseen los márgenes laterales rectos o suavemente convexos. Normalmente largos y a veces torcidos helicoidalmente y cubiertos por una amplia vaina mucilaginosa, de espesor considerable, perpendicularmente estriada.
- **Forma del ápice:** desde redondeado hasta ampliamente truncado.
- **Pared celular:** con poros alineados en los extremos y lisa en el resto de la célula
- **Región media:** algo dilatada y ligeramente constricta.
- **Márgenes laterales:**
- **Pared celular:** Lisa, con una banda de depresiones superficiales a ambos lados del istmo.
- **Cloroplastos:** Único por hemicélula, axial, estrellado en corte transversal, y tiene un número de crestas longitudinales que irradian de un eje central



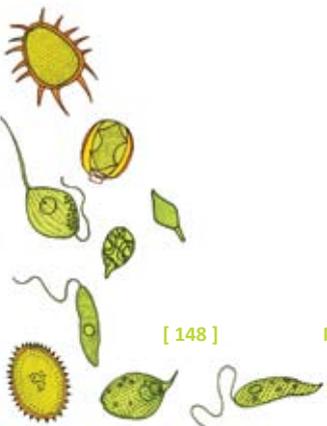
- **Pirenoides:** Uno central, estrellado en corte transversal
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Hyalotheca dissiliens* var. *dissiliens* fo. *dissiliens* Bréb. ex Ralfs, *H. mucosa* var. *mucosa* Ehr. ex Ralfs



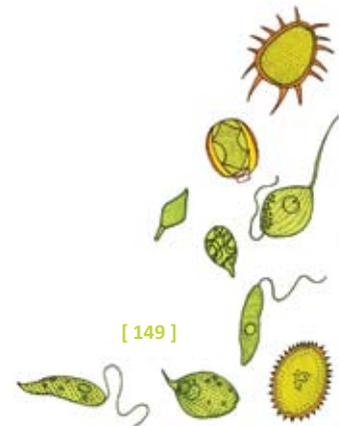
## *Bambusina* Kützing ex Kützing 1849, nom. cons



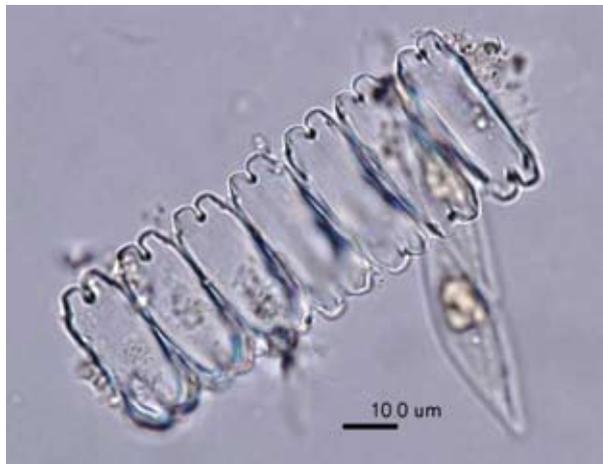
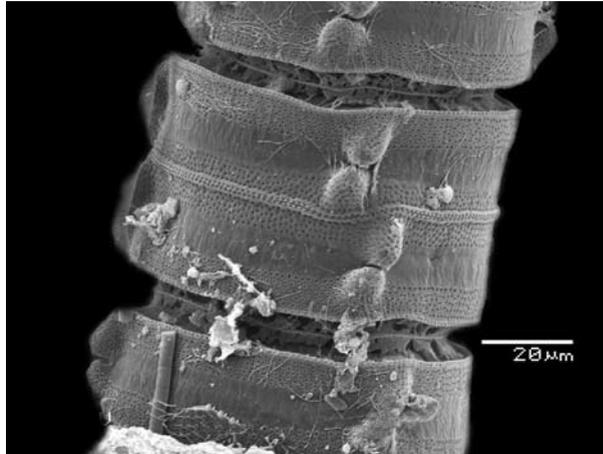
- El género *Bambusina*, desde el punto de vista morfológico, es muy similar a *Desmidium*. Varios autores sugieren que estos géneros deberían unificarse, en uno solo, sin embargo se diferencian por la ornamentación de la pared celular.
- **Forma celular:** aproximadamente cilíndricas alargadas, con forma de barril. La vista apical de las células es circular. Células unidas por los polos, para construir filamentos levemente torcidos.
- **Forma del ápice:** redondeado hasta ampliamente truncado.
- **Pared celular:** estriación longitudinal en los extremos celulares
- **Bandas conectivas:** Ausentes
- Región media: seno ligeramente marcado, a veces ornamentado de pequeñas espinas
- **Márgenes laterales:** Varían desde ampliamente convexas hasta casi rectas.



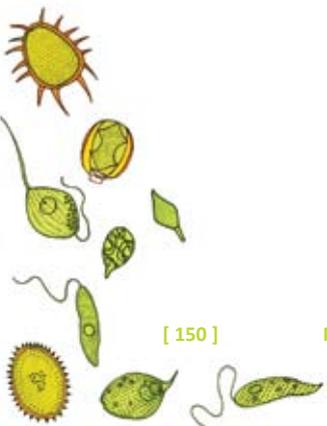
- **Pared celular:** Lisa en su mayor extensión, aunque posee varias estrías longitudinales, paralelas entre si y extremadamente delicadas en los polos, las cuales no siempre son fáciles de observar.
- **Cloroplastos:** axial y estrellado en corte longitudinal.
- **Pirenoides:** Uno central, estrellado.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



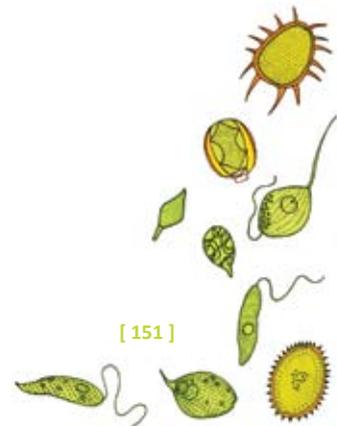
## *Desmidium* C. Agardh ex Ralfs 1848



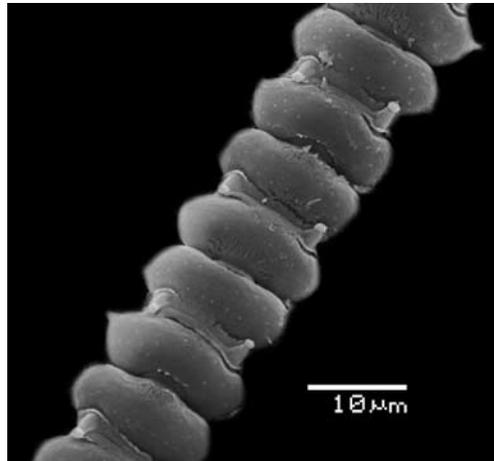
- **Forma celular:** de barril, transversalmente oblonga, oblongo – elíptica, etc. Generalmente son más largas que anchas. La forma de las hemicélulas también varía bastante cuando se observan en vista apical, siendo normalmente elípticas, o 3, 4, 5 angulares. Células unidas por los polos formando filamentos enrollados helicoidalmente, a veces rodeados por una vaina mucilaginosa, más o menos abundante.
- **Forma del ápice:** redondeado hasta ampliamente truncado.
- **Bandas conectivas:**
- **Región media:** seno poco profundo
- **Márgenes laterales:** Varían desde ampliamente convexas hasta casi rectas.
- **Pared celular:** Lisa, con una banda de depresiones superficiales a ambos lados del istmo.



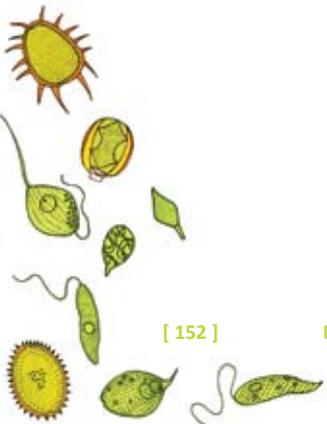
- **Cloroplastos:** axial, estrellado en corte transversal, único por hemicélula, con lóbulos que se irradian de un centro común.
- **Pirenoides:** Uno en cada lóbulo del plástido.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Desmidium baileyi* var. *baileyi* fo. *baileyi* Nord.



## *Onychonema* Wallich 1860



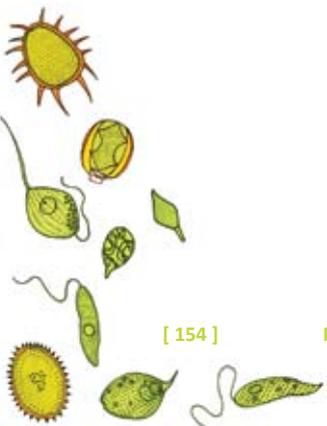
- **Forma celular:** ampliamente elípticas en vista apical y comprimidas en vista frontal y elípticas a fusiformes en vista apical. Las hemicélulas son transversalmente elípticas o reniformes. Filamento largo, torcido helicoidalmente, usualmente cubierto por una vaina mucilaginosa amplia.
- **Forma del ápice:** ser redondeado hasta ampliamente truncado, provisto de un largo proceso capitado, situado en cada extremo apical de la célula.
- **Región media:** seno angosto y abierto.
- **Márgenes laterales:** Lisas u ornamentadas con una espina media, gruesa.
- **Pared celular:** lisa, porosa en algunas especies.
- **Cloroplastos:** Único por hemicélula, axial, esteloides, con un número de crestas longitudinales que irradian de un eje central.
- **Pirenoides:** Uno central.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Onychonema laeve* var. *laeve* Vidensk.





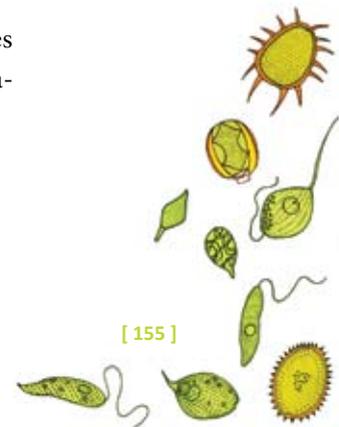
## BACILLARIOPHYTA

MARCELA NÚÑEZ - AVELLANEDA & SILVIA SALA



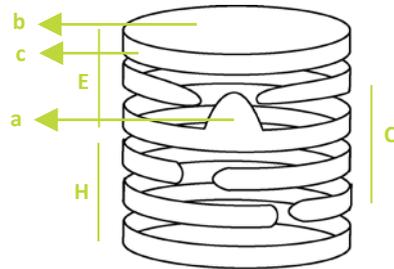
# I. Aspectos generales

- **Nombre común:** Diatomeas
- **Características distintivas:** Pared celular silíceas
- **Nivel de organización:** Eucariotas unicelulares o coloniales coccas
- **Pigmentos:** clorofila a y c (c1, c2 y c3) y carotenoides ( $\beta$ -caroteno) y xantófilas (fucoxantina, diatocantina, diadinoxantina)
- **Sustancia de reserva:** Crisolaminarina ( $\beta$  1-3 glucano), lípidos y ácidos grasos, carbohidratos, volutina o polifosfato.
- **Aspectos nutricionales:** Fotoautótrofas aunque algunas son auxótrofas.
- **Hábitat:** Perifiton, bentos y plancton.
- **Aspectos ecológicos:** Son organismos ubicuos que se encuentran en ambientes acuáticos dulceacuícolas, salobres y marinos e incluso ambientes terrestres, subaéreos y hielos. Desde los polos a los trópicos, toleran temperaturas entre 83 y -2 °C.
- **Tamaño:** Desde unas pocas micras hasta 500  $\mu$ m.
- **Usos:** Elaboración de filtros, abrasivos, insecticidas, etc. de la tierra de diatomita (Depósitos sedimentarios del Terciario), productoras de toxinas (ácido domoico) o de floraciones algales nocivas (FAN), indicadores biológicos, medicina forense
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 40 especies hay que sumarle las no publicadas que mencionamos acá.



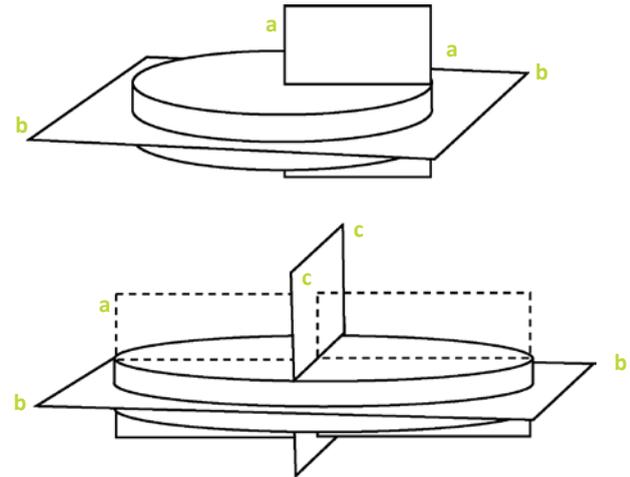
## II. Morfología de una diatomea:

- La cubierta celular o frústulo está conformado por dos tecas una superior o Epiteca (E) y otra inferior o Hipoteca (H). Cada teca está formada por una **Valva**: *epivalva*, más grande y la *hipovalva*, más pequeña y una serie de bandas denominadas copulas (a). La valva está formada por la b) superficie valvar y el c) manto. La unión de las cópulas forma el cíngulo o cintura (C) que está compuesto por el epicíngulo y hipocíngulo.

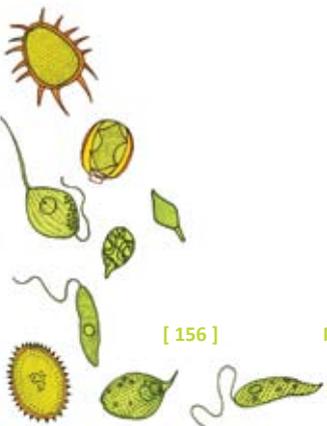


- Para describir la estructura de las diatomeas, se emplean los ejes y planos de simetría. Las diatomeas con simetría radial del Orden Centrales presentan el *eje perivalvar* y el *plano valvar* y las diatomeas con simetría bilateral del orden Pennales tienen tres

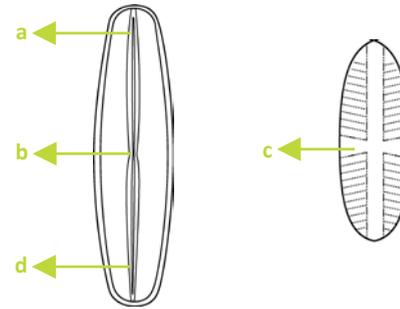
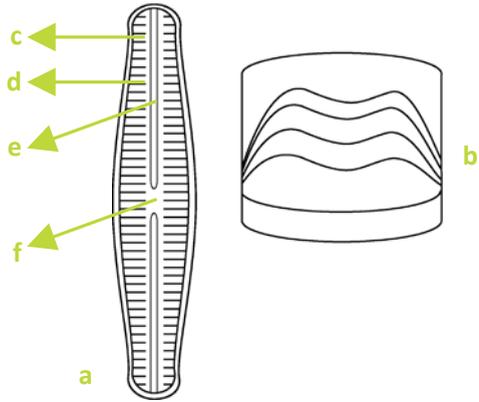
ejes de simetría: *eje apical* (A), *eje perivalvar* (B), *eje transapical* (C) y tres planos de simetría: *plano valvar* (a) *plano apical* (b) *plano transapical* (c).



- El frústulo de las diatomeas puede observarse en vista (a) Valvar, donde se observa una de las valvas y (b) conectival, en la que se observa la cintura. La valva de una diatomea pennada presenta las areolas (c) dispuestas en hilera o estrías (d) ordenadas a partir de la línea media de la valva o esternón (e); las áreas no perforadas se denominan áreas central



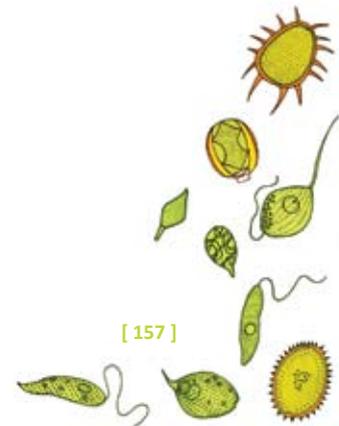
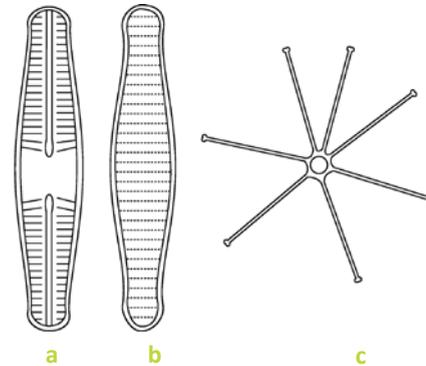
(f) y axial (g); el rafe es una estructura propia del grupo que puede o no estar presente.



- El rafe se puede encontrar en las dos valvas (a. Diatomeas Birrafideas), en una valva (b. Monorrafideas) o ausente (c. Arrafideas). En las familias Epithemiaceae, Surirellaceae y Bacillariaceae el rafe está ubicado en un canal rafidiano sostenido internamente por puentes silíceos llamados fibulas.

### Rafe:

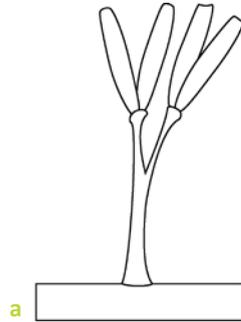
- Está conformado por una (a) fisura o apertura en posición media, marginal o circunferencial, interrumpido en el centro de la valva por un espesamiento (b) nódulo central que en algunos casos alcanza la margen de la valva y se denomina *Stauro* (c); en los extremos de las valvas se encuentran los (c) nódulos polares, que internamente terminan en un engrosamiento llamado (d) Helictoglosa.



### III. Caracteres taxonómicos para la identificación

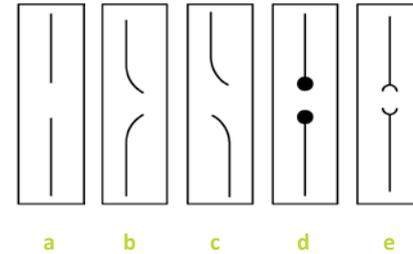
#### Unión al sustrato:

- Las diatomeas se pueden unir por medio de masas de mucílago que se adhieren a sustratos, tallos gelatinosos (a), y pueden ser epifíticas, epizóicas, epilítica o episámmicas:

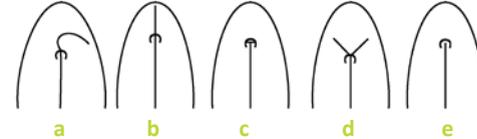


#### Terminaciones del sistema del Rafe:

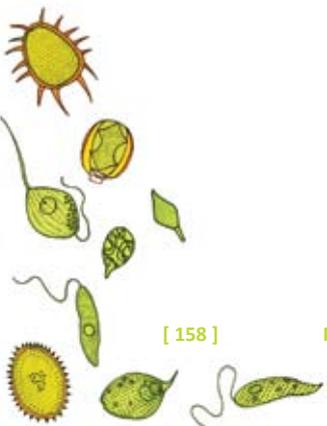
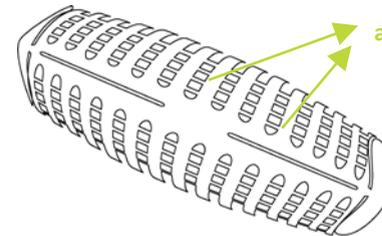
- Extremos proximales: recto (a), dirigidos hacia una misma dirección (b), opuesta (c), engrosada (d), polar (e) o fuertemente en forma de gancho, entre otras.



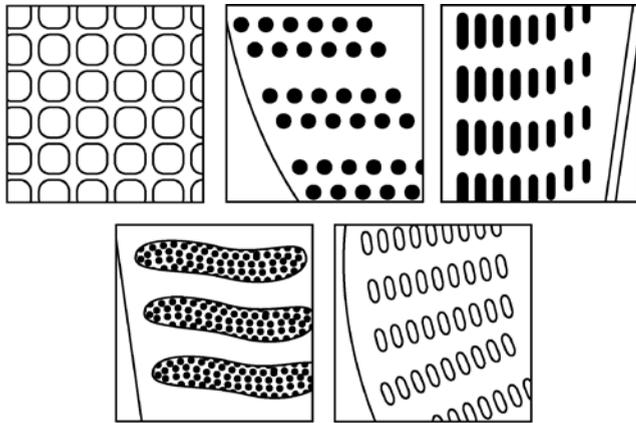
- Fisuras terminales: Garfio, Recto, doble terminación polar, curvada, entre otras.



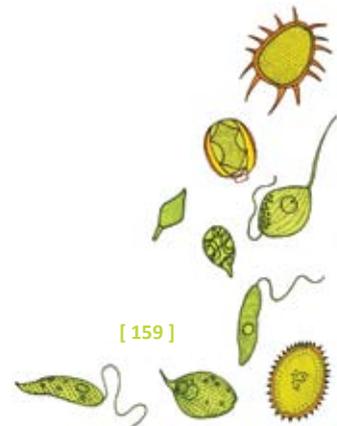
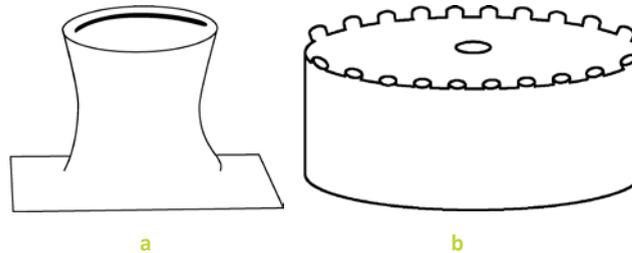
- Las valvas están conformadas por una serie de barras silíceas perpendiculares al eje axial llamadas **interestrías** (a), y barras más delicadas perpendiculares a las interestrías. Esta trama compleja delimita las areolas.



- Las areolas pueden ser poroides o locales (cámaras). Tienen un velo con diferentes tipos de perforación: (a) Criba: con perforación simple (b) Rotta: Poro en forma de C (c) Vola: perforación compleja en forma de aleta a los lados de los poros. La sucesión lineal de poros o areolas; forma una estría.
- Las estrías pueden ser: uniseriadas (a), bi-triseriadas (b), multiseriadas (c) y alveoladas (d) y tener un patrón de distribución característico que en las diatomeas céntricas es radial, fasciculado o tangencial; y en las Pennadas puede ser paralelo, radiado o convergente.

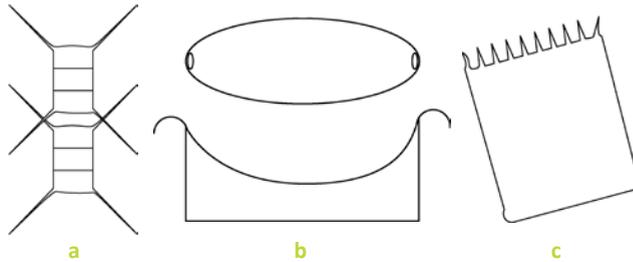


- Perforaciones especiales: Portulae a) Rimoportula o proceso labiado, tubos que atraviesan la pared, internamente terminadas en forma de labio, pueden proyectarse hacia fuera. b) Fultoportula o proceso reforzado se encuentra únicamente en una **Familia**: de diatomeas centrales: Thalassiosiraceae. También pueden presentar Existe áreas con areolas más pequeñas llamadas Ocelos: Están delimitados por un anillo de sílice y Pseudocelos: sin demarcación neta. Ambos pueden estar elevados. En las diatomeas pennadas no se encuentran ocelos sino áreas con pequeños poros llamados campos porosos apicales.



### Otras estructuras:

- (a) **Seta:** proyecciones que sobrepasan el margen de la valva (b) elevaciones: área elevada de la valva que no se proyectan más allá del margen de la valva (c) **Espinas:** pueden ser del tipo spinula o Espina de.

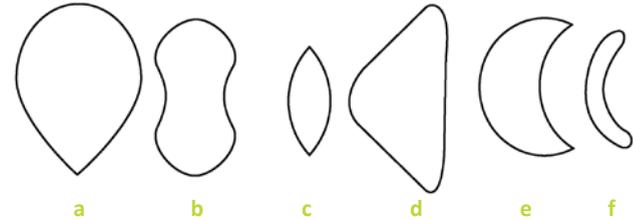


- **Medidas principales de la célula:** Pennadas: a) eje apical (largo); b) eje transapical (ancho); c) eje perivalvar; densidad de estrías, fíbulas y areolas ( $n^{\circ}/10 \mu m$ ). Parámetros morfométricos en centrales: diámetro; densidad de estrías, areolas y número de procesos.

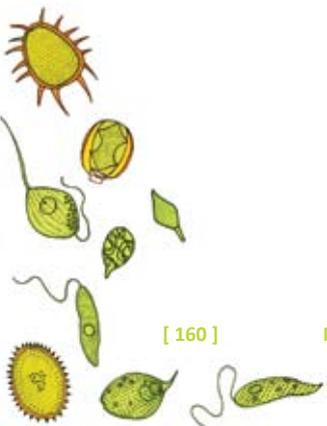
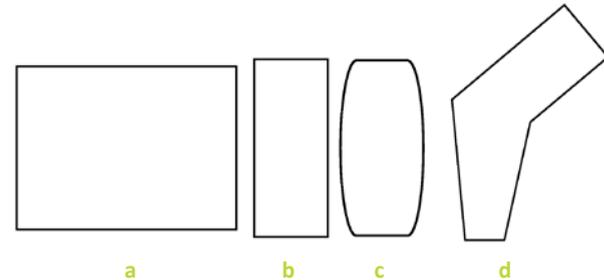
### Forma de la Valva:

- Las valvas pueden ser Heteropolares cuando las terminaciones de las valvas son diferentes en forma y **Tamaño:** ovadas (a), espatuladas, clavadas, hasta-

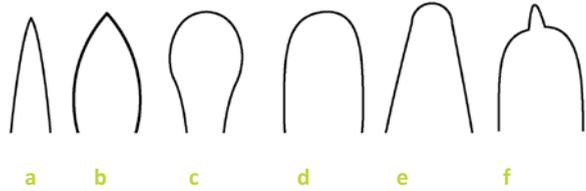
da y bilobada. Las formas Isopolares tienen las terminaciones similares en forma y tamaño respecto al eje apical como las formas sigmoidea, panduriforme (b), elíptica, lineal, romboide, lanceolada (c) entre otras, o pueden ser diferentes con relación a la parte dorsiventral: ampliamente dorsiventral (d), semiarqueada (e), arqueada o lunada (f).



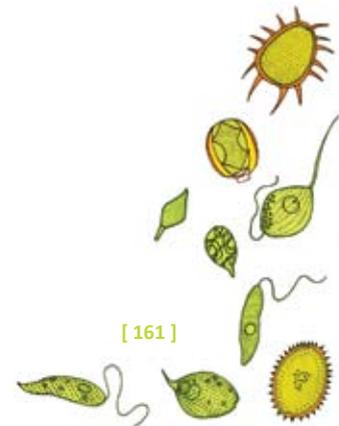
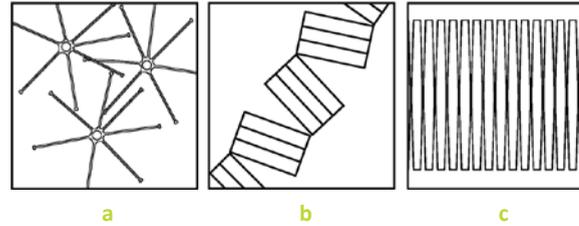
- La vista conectival puede tener forma cuadrada (a), rectangular (b), biconvexa (c), cuneada o flexionada (d).



- **Forma ápice:** Agudo (a), obtuso (b), espatulado (c), ampliamente redondeado (d), cuneado (e), apiculado, rostrado (f), subcapitado, capitado, elongado, entre otros.



- **Tipo de colonia:** Pueden formar cadenas o filamentos, en donde los frústulos se unen por la superficie valvar y formar colonias de diferentes formas: radiadas (a), tubulares (b), zig-zag (c), entre otras.



## IV. Sistema de clasificación: Round *et al* 1990

**Reino:** Protista

**División:** Bacillariophyta

**Clase:** Coscinodiscophyceae

**Orden:** Thalassiosirales

**Familia:** Stephanodiscaceae

**Género:** *Discotella*, *Cyclotella*

**Orden:** Aulacosirales

**Familia:** Aulacosiraceae

**Género:** *Aulacoseira*

**Orden:** Rhizosoleniales

**Familia:** Rhizosoleniaceae

**Género:** *Urosolenia*

**Orden:** Chaetocerotales

**Familia:** Acanthocerataceae

**Género:** *Acanthoceras*

**Clase:** Fragillariophyceae

**Orden:** Fragilariales

**Familia:** Fragilariaceae (Diatomaceae)

**Géneros:** *Fragilariaforma*, *Ulnaria*

**Clase:** Bacillariophyceae

**Orden:** Eunotiales

**Familia:** Eunotiaceae

**Géneros:** *Eunotia*, *Actinella*

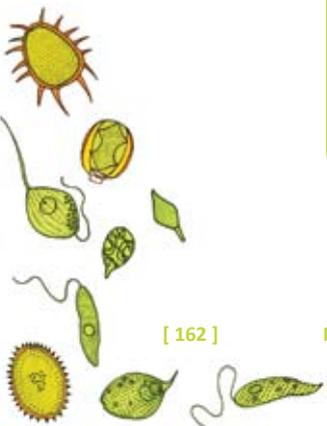
**Orden:** Cymbellales

**Familia:** Cymbellaceae

**Géneros:** *Encyonema*, *Encyonopsis*

**Familia:** Gomphonemataceae

**Géneros:** *Gomphonema*



**Orden:** Naviculales

**Familia:** Diadesmidiaceae

**Géneros:** *Diadesmis*, *Luticola*

**Familia:** Amphipleuraceae

**Géneros:** *Frustulia*

**Familia:** Brachysiraceae

**Géneros:** *Brachysira*

**Familia:** Sellaphoraceae

**Géneros:** *Sellaphora*

**Familia:** Pinnulariaceae

**Géneros:** *Pinnularia*

**Familia:** Naviculaceae

**Géneros:** *Navicula*

**Familia:** Neidiaceae

**Géneros:** *Neidium*

**Familia:** Stauroneidaceae

**Géneros:** *Stauroneis*

**Orden:** Bacillariales

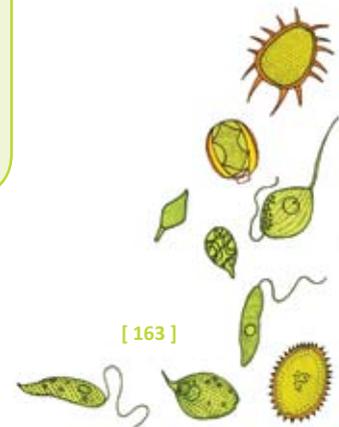
**Familia:** Bacillariaceae

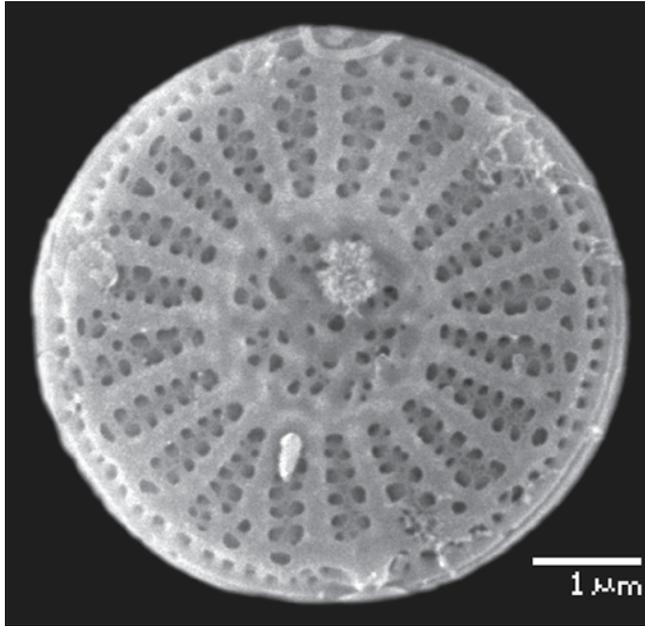
**Géneros:** *Nitzschia*

**Orden:** Surirellales

**Familia:** Surirellaceae

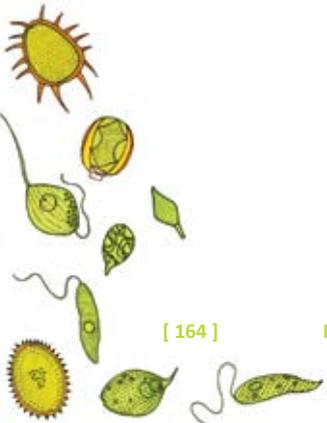
**Géneros:** *Surirella*, *Stenopterobia*





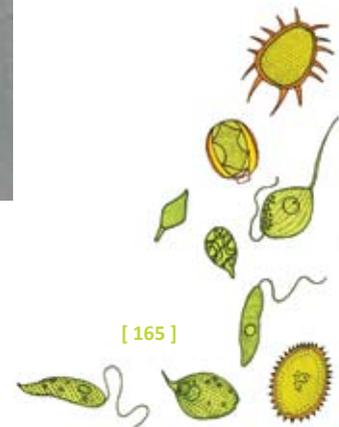
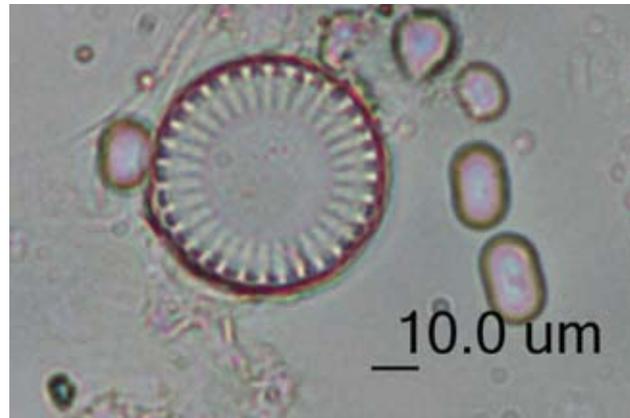
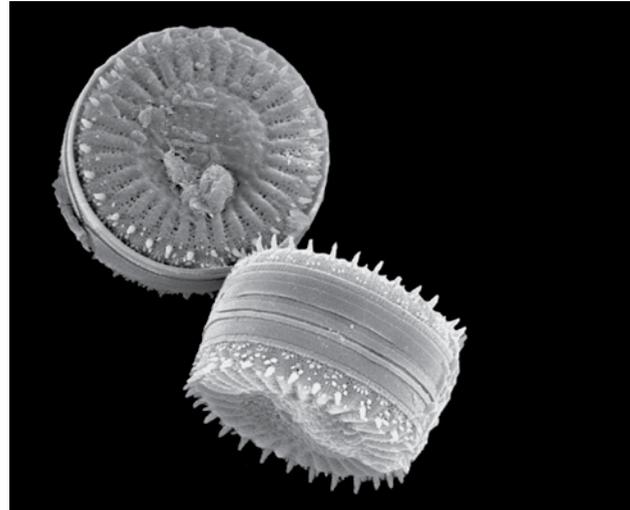
## *Discotella* Houk & Klee 2004

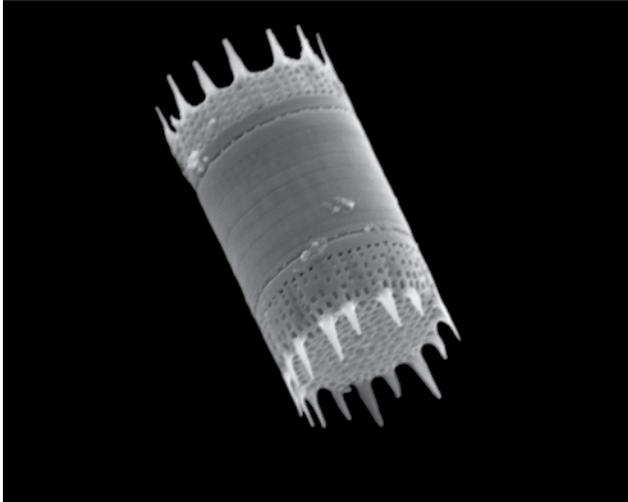
- **Frústulo:** cilíndrico con el eje perivalvar corto
- **Valva:**
- **Forma:** circular.
- **Superficie valvar:** tiene una ondulación concéntrica, el área central se diferencia muy bien respecto del área marginal.
- **Manto valvar:** poco profundo, puede tener pequeñas espinas.
- **Areolas:** del área central formando una estructura estrellada, las marginales en alvéolos
- **Procesos:** Reforzados ubicados sobre las estrías.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** una sin identificar a nivel de especie



## *Cyclotella* (Kützing) Brebisson 1838

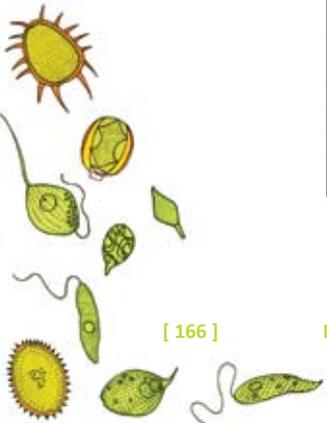
- **Frústulo:** solitarios o agrupados de a pares o en colonias de pocas células
- **Valva:**
- **Forma:** circular.
- **Superficie valvar:** tiene una ondulación tangencial o concéntrica, el área central se diferencia muy bien respecto del área marginal.
- **Manto valvar:** poco profundo, en el que se continua la estructura del margen valvar. Puede presentar pequeñas espínulas. Corona de espinas en la unión con la superficie valvar.
- **Areolas:** dispuestas irregularmente en área central; las marginales en alvéolos
- **Procesos:** Fultoportulae en número variable en el centro de la valva y formando un anillo en el margen valvar y rimoportula ubicado en el anillo de fultoportulae.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Cyclotella meneghiniana* Kützing.



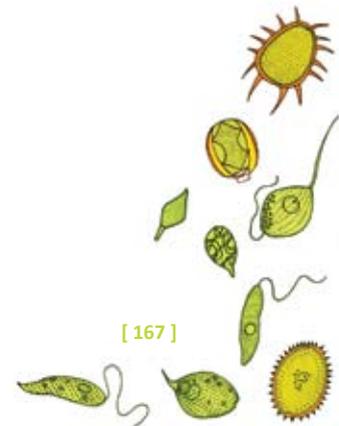


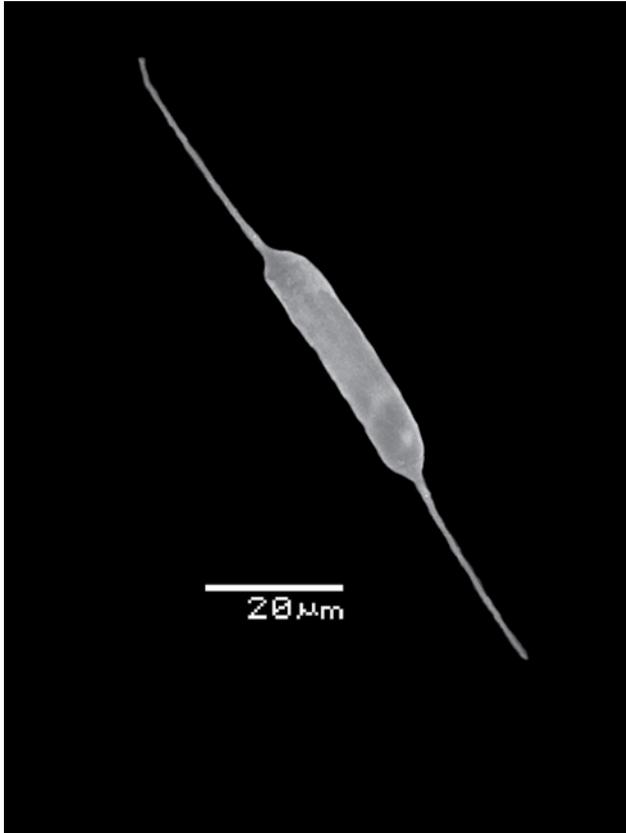
## *Aulacoseira* Thwaites 1848, nom cons.

- **Frústulo:** Corto a largo de forma cilíndrica
- **Valva:**
- **Forma:** circular
- **Superficie valvar:** plana con poroides distribuidos irregularmente hacia la periferia
- **Manto valvar:** generalmente profundo con varias hileras de areolas
- **Areolas:** con velo de tipo volae
- **Cintura:** conformada por bandas abiertas con ligula
- **Procesos:** Rimoportulae presentes internamente del anillo
- **Espinas:** Las células forman colonias filamentosas rectas, curvas o en espiral, las células terminales presentan espinas largas y las valvas intermedias espinas cortas.



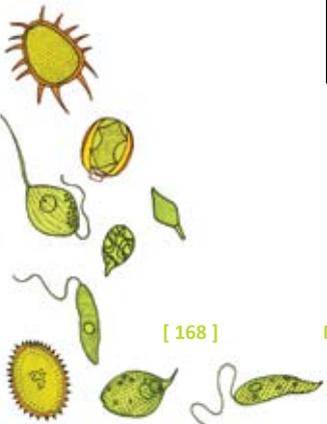
- **Anillo - “Ringlseite”**: engrosamiento interno en la zona de unión de las partes lisas y areoladas del manto
- **Registros en la Amazonia colombiana**: 5. *Aulacoseira crenulata* (Ehrenberg) Thwaites; *A. herzogii* (Lemmerman) Simonsen; *A. pfaffiana* (Reinsch) Krammer; *A. granulata* var. *granulata* (Ehrenberg) Simonsen; *A. granulata* var. *angustissima* (O. Müller) Simonsen





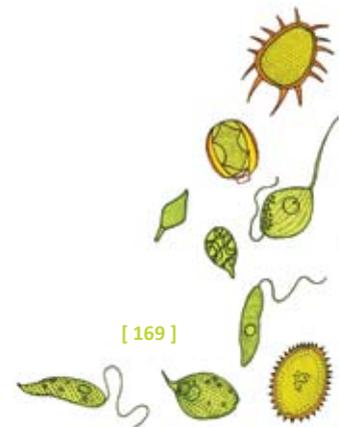
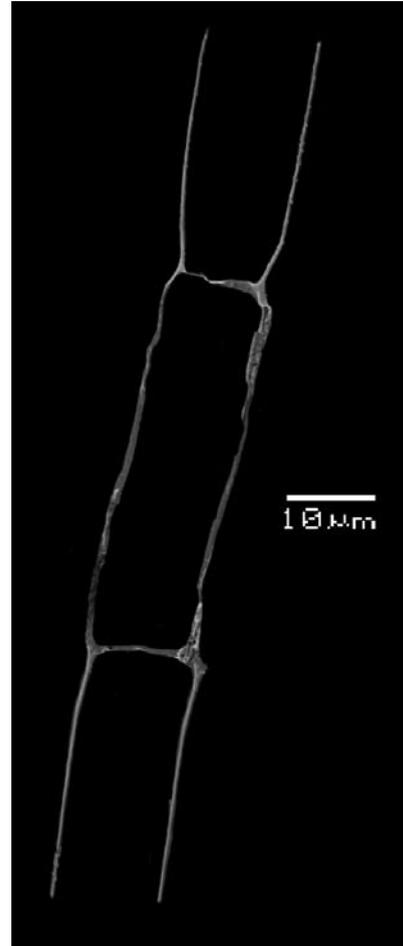
## *Urosolenia* Round & Crawford 1990

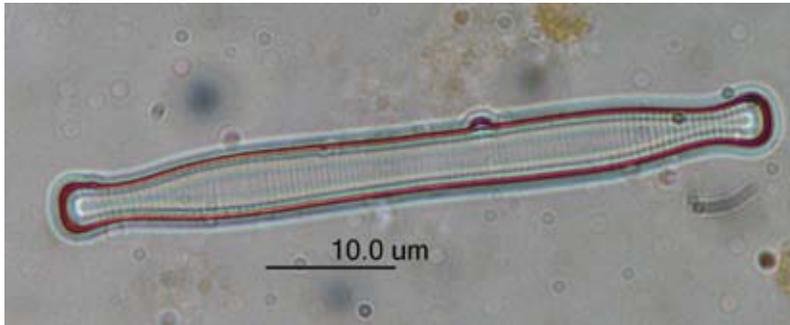
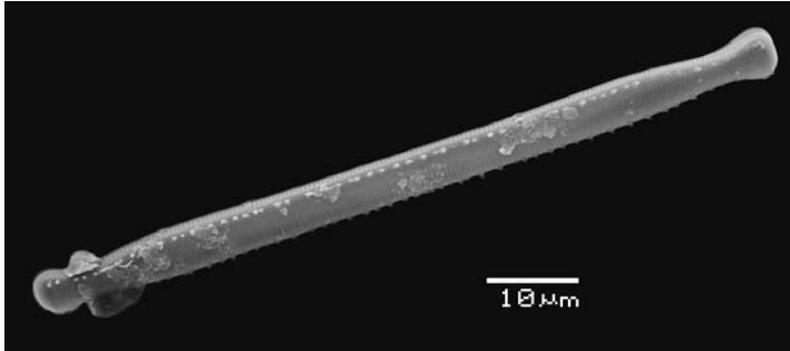
- **Frústulo:** solitarios o unidos de a pares. Eje perivalvar muy alargado
- **Valva:**
- **Forma:** cónica con una larga extensión en forma de pelo llamada seta
- **Superficie valvar:** areolas distribuidas irregularmente
- **Cintura:** formado por medias bandas imbricadas (copulas) con perforaciones irregulares.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 3. *U. delicatissima*, *U. amazonica* y *U. braunii*



## *Achanthoceras* Honigmann 1909

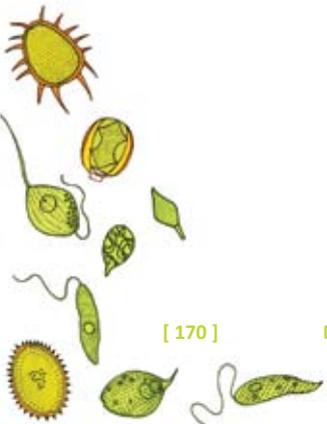
- **Frústulo:** Pueden estar solitarios o unidos por pares con el eje perivalvar muy alargado, generalmente se encuentra la vista valvar.
- **Valva:**
- **Forma:** rectangular, con la presencia de 2 espinas largas (seta) en cada extremo comunicadas por un puente irregularmente perforado.
- **Superficie valvar:** Con areolas dispuestas de manera irregular
- **Cintura:** formada por bandas, areoladas con estructuras como collares.
- **Procesos:** No presentan
- **Registros en la Amazonia colombiana:** una especie (Sala & Núñez-Avellaneda, sin publicar)





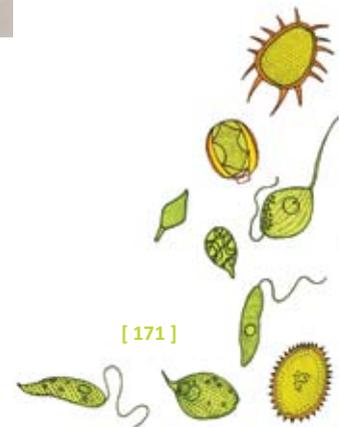
***Fragilariforma* (J. Ralfs) D. M. William & F. E. Round 1988.**  
**Diat. Res. 3:265**

- **Frústulo:** Formando colonias lineares o en zigzag
- **Valva**
- **Forma celular:** elíptica, lanceolada o lineal
- **Forma Ápice:** rostrado o capitado
- **Espinas:** se presentan en la margen de la valva entre las estrías
- **Estrías:** uniseriadas
- **Areolas:** pequeñas, circulares con velo, con una sola abertura central
- **Campo de poros apicales:** bien desarrollado, conformado por poros no ocluidos
- **Esternón:** lineal apenas distinguible
- **Procesos:** presencia de un rimoportula cerca de uno de los ápices
- **Cintura:** 4 a 6 bandas incompletas, con una sola fila de areolas
- **Registros en la Amazonia colombiana:** una especie (Sala & Núñez-Avellaneda, sin publicar)



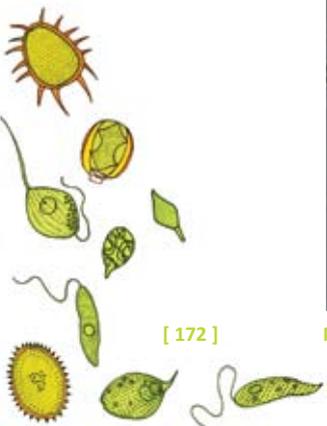
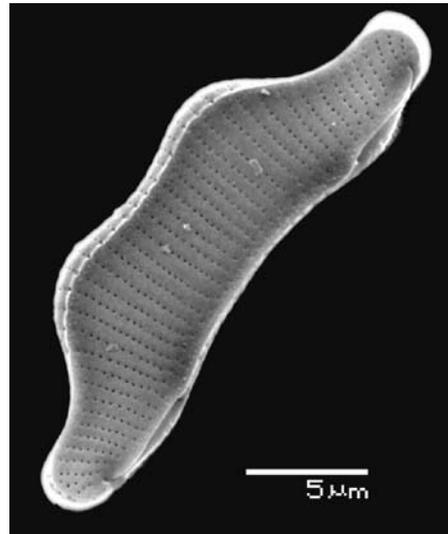
## *Ulnaria* Kützing 1844

- **Frústulo:** En vista conectival de forma rectangular formando colonias radiadas, a veces tabulares.
- **Valva**
- **Forma celular:** linear
- **Forma Ápice:** a veces, rostrado o capitado
- **Esternón:** linear estrecho
- **Estrías:** Uni o biseriadas
- **Areolas:** Pequeñas, circulares y poroidales.
- Campo de poros apicales: muy bien desarrollados y está conformado por poros no ocluidos (*Ocellulimbus*)
- **Esternón:** lineal o lineal-lanceolado, generalmente expandido en la región central
- **Cintura:** bandas incompletas, con una sola hilera de areolas
- **Procesos:** presencia de un rimoportulae en cada ápice
- **Registros en la Amazonia colombiana:** una especie sin publicar

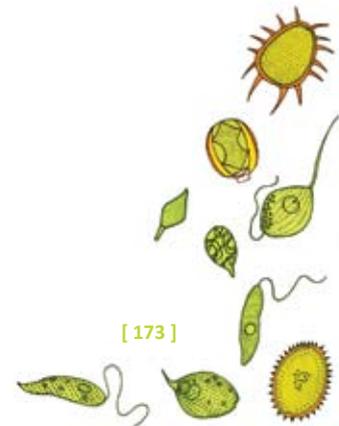


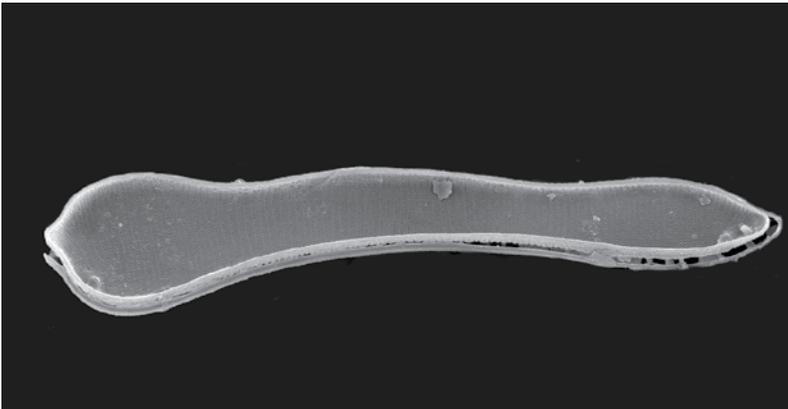
## *Eunotia* Ehrenberg 1837

- **Frústulo:** solitarios o formando colonias en forma de banda. Rectangulares en vista conectival.
- **Valva**
- **Forma celular:** Valvas isopolares, en forma de media luna. Margen dorsal convexo u ondulado y el margen ventral recto o cóncavo.
- **Forma del ápice:** generalmente diferenciado, rostrado o capitado
- **Rafe:** Corto restringido a los extremos valvares, ubicado sobre el manto y se curva leve o fuertemente hacia la cara valvar en los ápices.
- **Esternón:** Se encuentra cerca o en el borde de la cara valvar, estrecho donde las estrías se organizan de manera irregular.
- **Estrías:** uniseriadas
- **Areolas:** poroides,
- **Nódulos terminales:** usualmente conspicuos
- **Cintura:** compuesta por varias bandas abiertas, con varias hileras de areolas



- **Procesos:** 1 rimoportulae por valva, que se encuentra cerca de un ápice.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 20. *Eunotia anamargaritae* (Hustedt) Metzeltin & Lange-Bertalot, *E. camelus* Ehrenberg, *E. glacialis* Meister, *E. guianense* (Ehrenberg) De Toni, *E. naegelii* Migula, *E. cf. paludosa* Grunow, *E. pseudoindica* Frenquelli, *E. transfuga* Metzeltin & Lange-Bertalot, *E. triodon* Ehrenberg; *E. zygodon* var. *compacta* Hustedt; *E. bilunaris* (Ehrenberg) Mills; *E. camelus* Ehrenberg; *E. diodon* Ehrenberg; *E. elongata* (Grunow) Metzeltin & Lange-Bertalot; *E. minor* (Kützing) Grunow in Van Heurck; *E. pileus* var. *guianense* (Ehrenberg) Reichardt; *E. rabenhorstiana* (Grunow) Hustedt; *E. tetraodon* Ehrenberg; *E. subarcuatoides* Alles, Nörpel & Lange-Bertalot; *E. cf. sudetica* O. Müller.



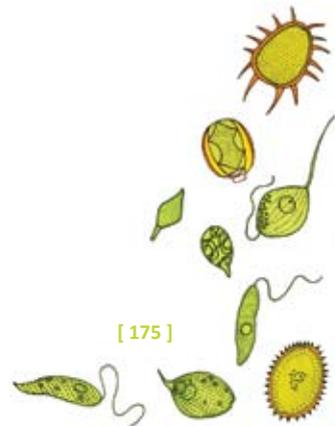


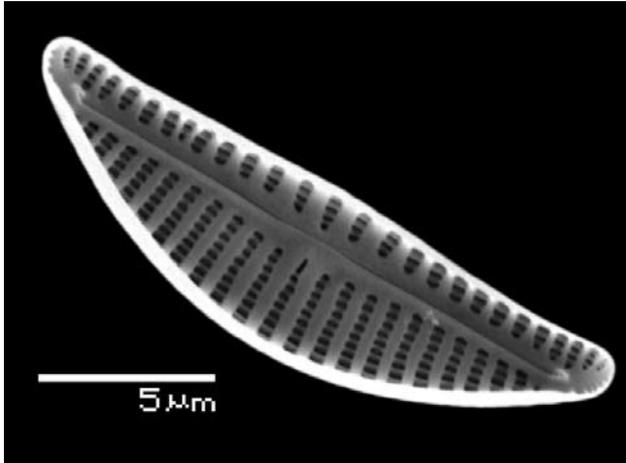
## Actinella Lewis 1864

- Se diferencia del género *Eunotia* por la asimetría respecto del eje transapical
- **Frústulo:** Solitario o agrupado o adherida a un sustrato por la parte mas estrecha.
- **Valva**
- **Forma:** alargada un poco curvada, asimétrica y heteropolares. Presenta espinas gruesas en la unión de la superficie valvar y manto.
- Forma **Ápice:** la parte apical se dilata y la parte basal es redondeada.
- **Rafe:** corto restringido al final del manto de la valva y se curva leve o fuertemente hacia la cara valvar en los ápices.
- **Estrías:** uniseriadas en toda la extensión de la **Valva**
- **Areolas:** poroides, circulares
- **Nódulos terminales:** usualmente conspicuos
- **Cintura:** Compuesta por varias bandas abiertas, usualmente con dos o más hileras de poroides.



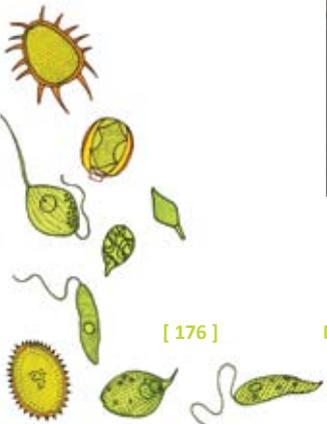
- **Procesos:** Dos rimoportulae por valva.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 2. *Actinella brasiliensis* Grunow in Van Heurck; *A. guianensis* Grunow in Van Heurck



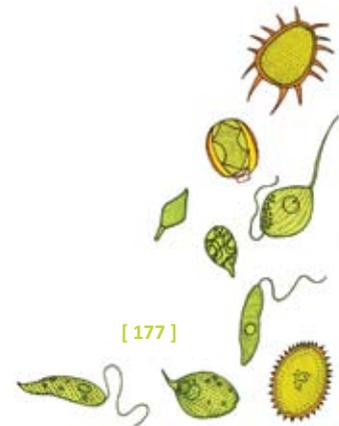


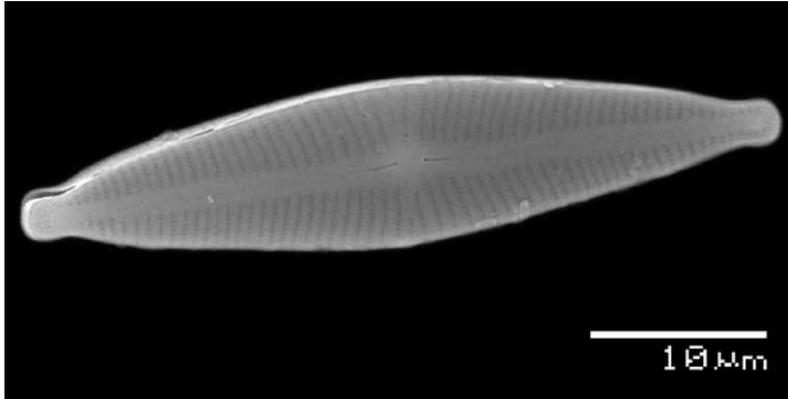
## *Encyonema* Kützing 1833

- **Frústulo:** solitarios o formando colonias dentro de tubos mucilaginosos.
- **Valva**
- **Forma celular:** fuertemente dorsiventral, margen ventral casi recto, margen dorsal.
- **Forma del ápice:** agudo u obtusamente redondeado, algunas veces rostrado
- **Superficie valvar:** plana.
- **Rafe:** se encuentra paralelo al margen ventral, levemente sinuoso con terminaciones proximales expandidas y torcidas hacia el lado dorsal. Terminaciones distales en forma de gancho curvadas en dirección ventral .
- **Estrías:** uniseriadas
- **Areolas:** tipo poroide que están abiertos externamente por hendiduras elongadas.
- **Campos apicales de poros:** ausentes



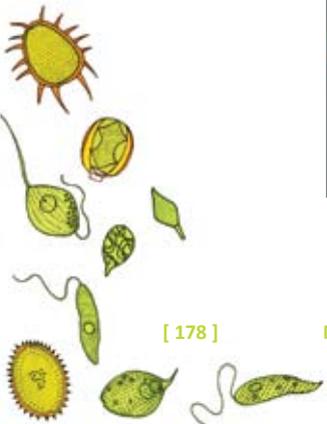
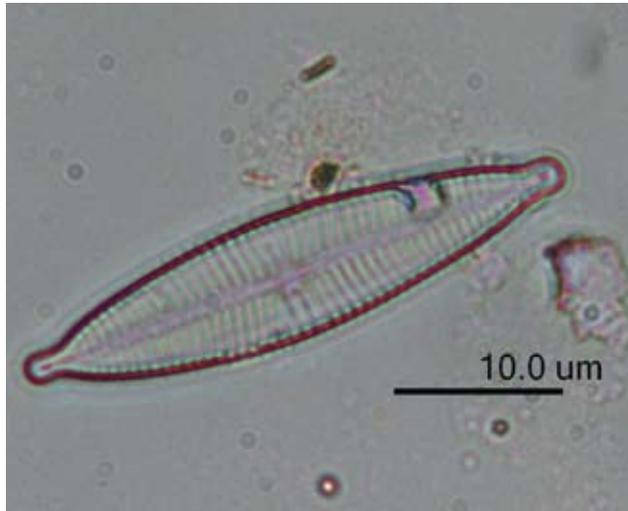
- **Estigma:** no existe un verdadero estigma, sin embargo, uno de los poroides de la estría central dorsal puede estar modificado.
- **Cintura:** compuesta por bandas abiertas, algunas de las cuales están reducidas y no se extienden en toda la célula. Algunas bandas tienen filas de areolas poroides.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 4 especies aún no publicadas (Vouilloud, Núñez-Avellaneda & Sala)





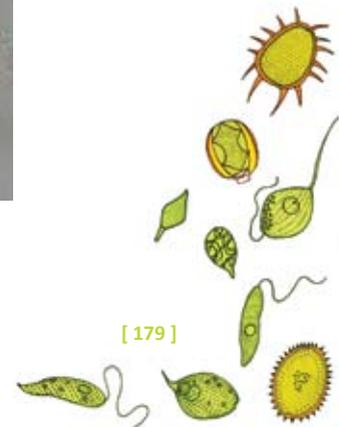
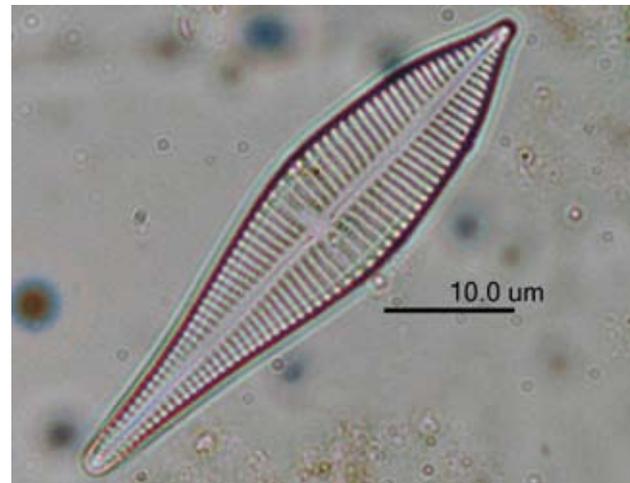
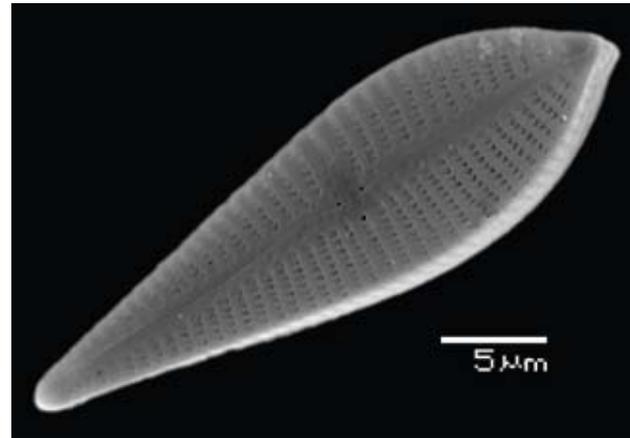
## *Encyonopsis* Krammer 1997

- **Frústulo:** solitarios.
- **Valva**
- **Forma:** ligeramente asimétricas respecto del eje apical, márgenes dorsal y ventral convexos, ..
- **Forma del ápice:** rostrado a rostrado capitado
- **Rafe:** poco excéntrico, fisura externa sinuosa e interna casi reta. extremos proximales ligeramente inclinados hacia el lado dorsal , fisuras terminales torcidas hacia el lado ventral
- **Estrías:** uniseriadas
- **Areolas:** tipo poroide, de forma variable.
- **Campo de poros apicales:** ausente
- **Estigma:** uno ubicado a la altura de la estría media
- **Registros en la Amazonia colombiana:** *Encyonopsis frequentis* Krammer (Vouilloud et al., sometido)

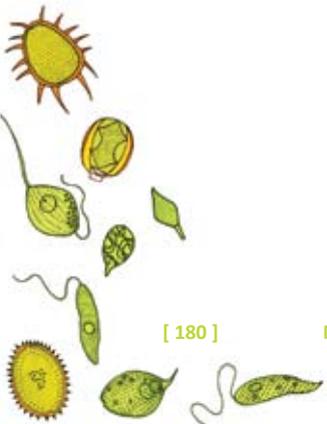


## *Gomphonema* Ehrenberg 1832

- **Frústulo:** solitarios o coloniales adheridos a un sustrato a través de un pedúnculo mucilaginoso.
- **Valva**
- **Forma:** cuneiformes, asimétricas respecto del eje transapical
- **Forma de los ápices:** indiferenciados, rostrado o capitados Base: Estrecha
- **Rafe:** central recto o levemente sinuoso, Las terminaciones distales internas generalmente en forma de gancho. Las terminaciones centrales externas están expandidas y rectas y las terminaciones distales levemente curvadas.
- **Esternón:** recto y central.
- **Estrías:** uni o biseriadas
- **Areolas:** tipo poroide circulares o en forma de media luna con velo de tipo Volae.
- **Campo de poros apicales:** presentes en el polo basal
- **Estigma:** Algunas veces presente en el área central de la valva.

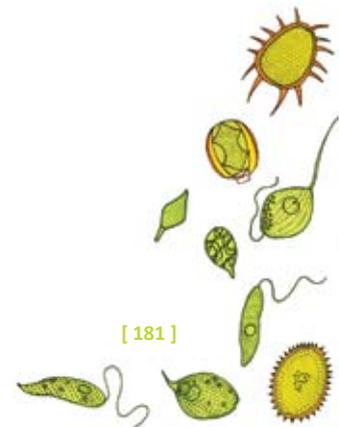
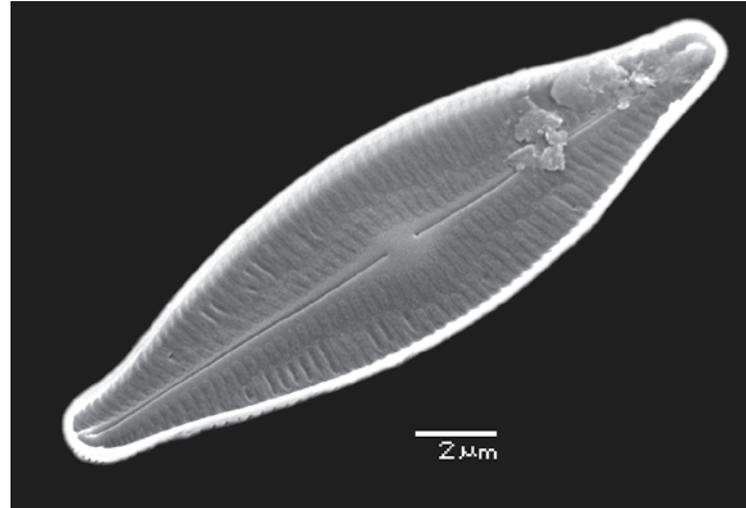


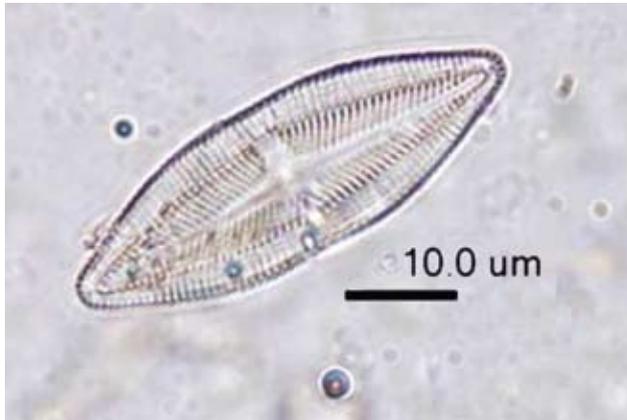
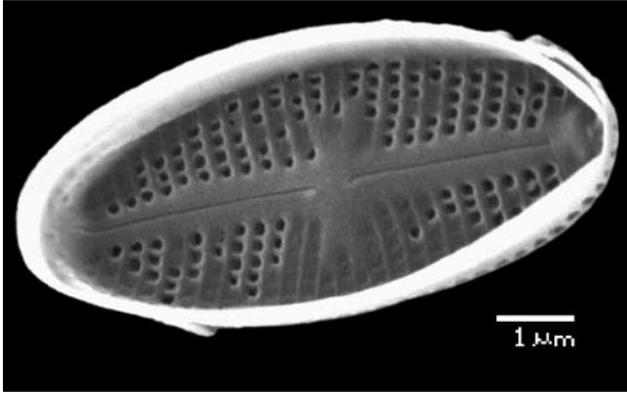
- **Cintura:** compuesta por varias (generalmente 4) bandas abiertas, usualmente con una o dos hileras de poroides. La segunda banda generalmente reducida a una lígula en la parte basal.
- **Número de especies registradas en la Amazonia colombiana:** 2. *Gomphonema archaeovibrio* Lange-Bertalot & Reichardt, *G. parvulum* (Kützing) Kützing y *Gomphonema* aff. *affine* Kützing; *Gomphonema augur* var. *sphaerophorum* (Ehrenberg) Lange-Bertalot; *Gomphonema contraturris* Lange-Bertalot & Reichardt; *Gomphonema neopiculatum* Lange-Bertalot, Reichardt & Metzeltin in Metzeltin & Lange-Bertalot (en Vouilloud et al., enviado).



## Diadlesmis Kützing 1844

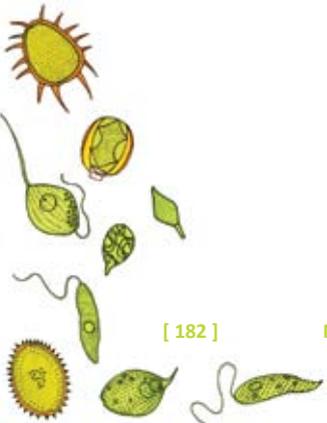
- **Frústulo:** células pequeñas, pueden ser solitarias pero en general forman colonias, unidas por la cara valvar
- **Valva**
- **Forma:** linear o linear-lanceolada, usualmente bacilares.
- **Forma del ápice:** subrostrado o ampliamente redondeado.
- **Superficie valvar:** plana. En la unión de la superficie y el manto, se encuentra un engrosamiento silíceo o una fila de espinas cortas.
- **Rafe:** terminaciones centrales y polares externas del rafe en forma de T.
- **Raphe-sternum:** central relativamente ancho
- **Estrías:** uniseriadas
- **Areolas:** tipo poroide redondeadas o elongadas transapicalmente, ocluidas por hímenes.
- **Nódulo central:** conspicuo
- **Estigma:** ausente.
- **Cintura:** puede tener pocas o muchas bandas abiertas, cada una con dos filas de poros.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 1. *Diadlesmis confervaceae* Kützing



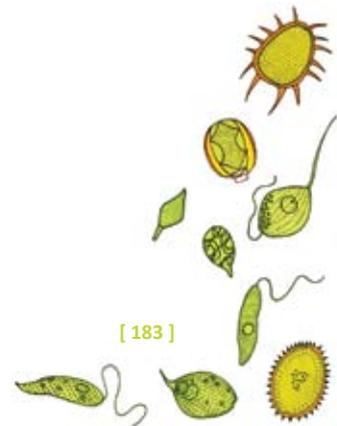


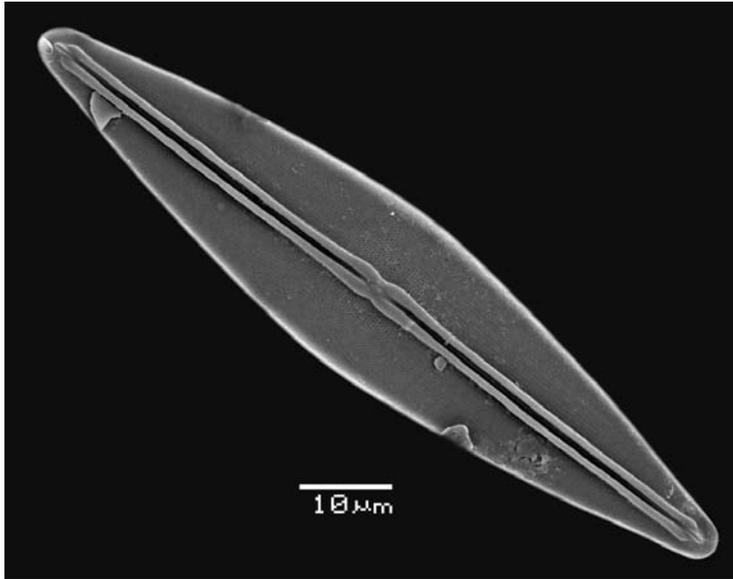
## *Luticola* D. G. Mann 1990

- **Frústulo:** células solitarias u ocasionalmente formando cadenas
- **Valva**
- **Forma:** linear, lanceolada o elíptica
- **Forma del ápice:** redondeado a capitado
- **Rafe:** con fisuras externas proximales y terminales.
- **Esternón:** generalmente lineal, estrecho.
- Área central: expandida y engrosada lateralmente formando un corto estauro.
- **Estrías:** uniseriadas formada por pocas areolas
- **Areolas:** tipo poroide más o menos redondeados, ocluidas por hímenes los cuales confluyen en una estría que forma una banda transapical que cruza la valva.
- **Estigma:** uno, con una estructura interna en forma de labio curvado y externamente abierto en un poro simple.
- En la unión de la superficie valvar y el manto se forma un canal longitudinal



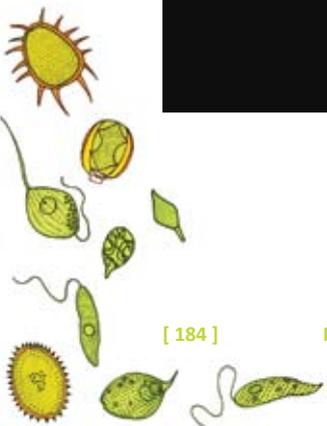
- **Cintura:** Contiene bandas abiertas, cada una con una o dos filas de poros muy pequeños. Una de las bandas presenta proyecciones gruesas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Una no publicada.





## Frustulia Rabenhorst 1853

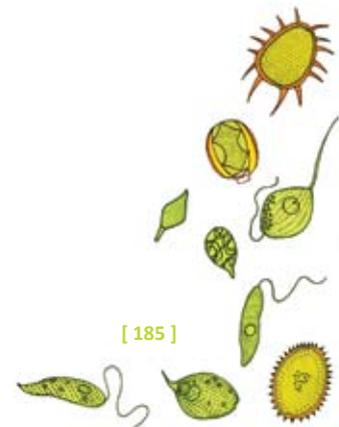
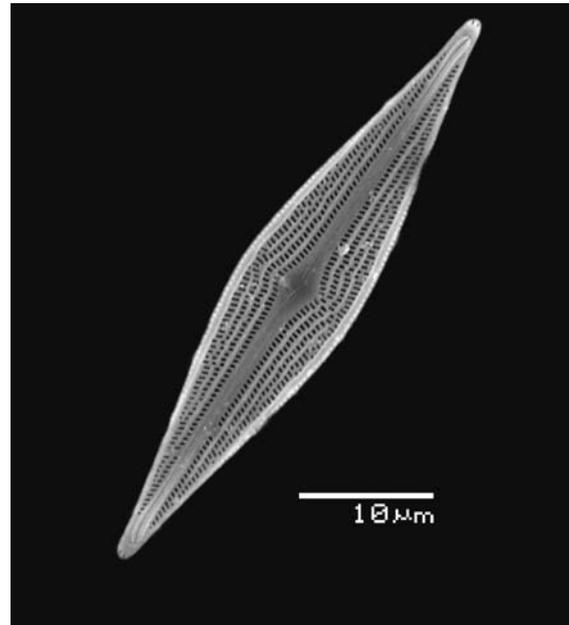
- **Frústulo:** células solitarias o dentro de tubos de mucílago
- **Valva**
- **Forma:** romboidal a lineal – lanceolada con ápices redondeado a capitado
- **Superficie valvar:** plana, curvándose en mantos poco profundos. Margen valvar engrosado
- **Rafe:** contenido en una costilla recta que se extiende por toda la longitud de la valva. En los ápices esta costilla se une al helictoglossa para formar una terminación tipo punta de lápiz. Terminaciones del rafe en forma de T o Y, algunas veces este se puede extender en una depresión.
- **Esternón:** marcado
- **Estrías:** uniseriadas y paralelas
- **Areolas:** poroide de forma circular
- **Cintura:** bandas abiertas, con una o dos hileras de poroides.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 5 especies aun no publicadas (Núñez-Avellaneda, Sala & Vouilloud)

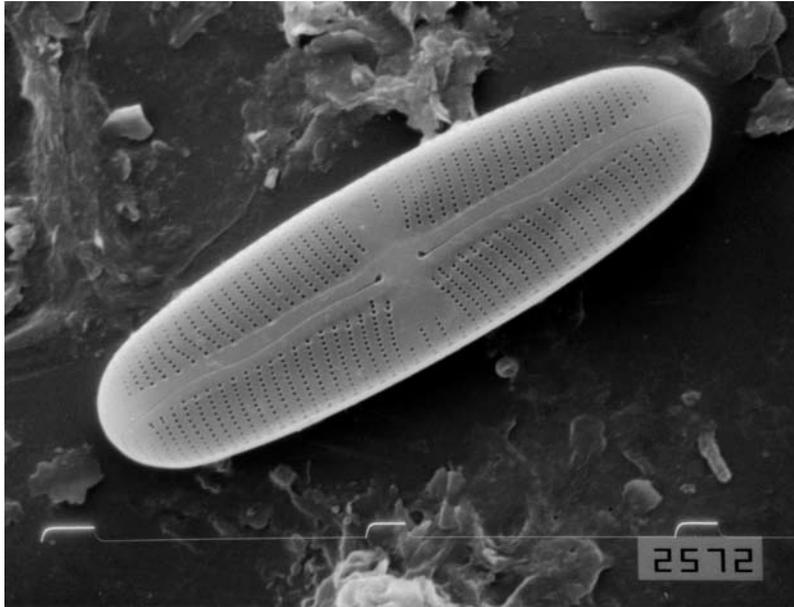




## *Brachysira* Kützing 1836

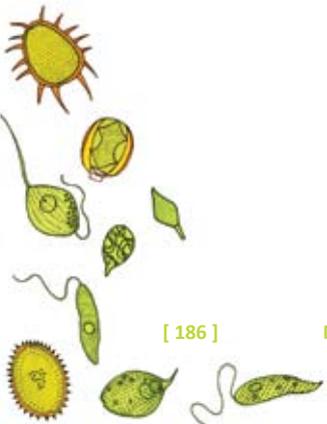
- **Frústulo:** células solitarias
- **Valva**
- **Forma:** romboidal a lineal o lanceolada
- **Forma del ápice:** redondeado a capitado
- **Superficie valvar:** usualmente ornamentada de verrugas, espinas o costillas longitudinales. Contiene una zona clara o costilla marginal.
- **Manto valvar:** Poco profundo con márgenes rectos u ondulados.
- **Rafe:** los extremos distales externos terminan en una depresión en forma de T.
- **Esternón:** recto, estrecho, pero algunas veces se expande en la zona central.
- **Estrías:** uniseriadas
- **Areolas:** Poroides transapicalmente alargadas, con hi-men interno.
- **Cintura:** compuesta de bandas abiertas. Valvocopula doblada hacia el lado interno formando un canal.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** varias especies aún no publicadas (Núñez-Avellaneda, Sala & Vouilloud)



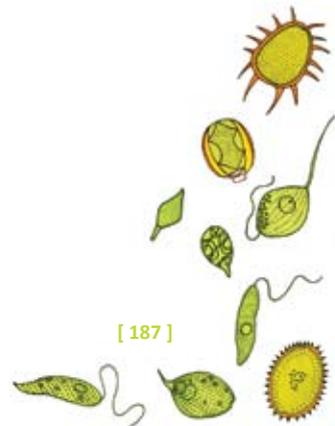


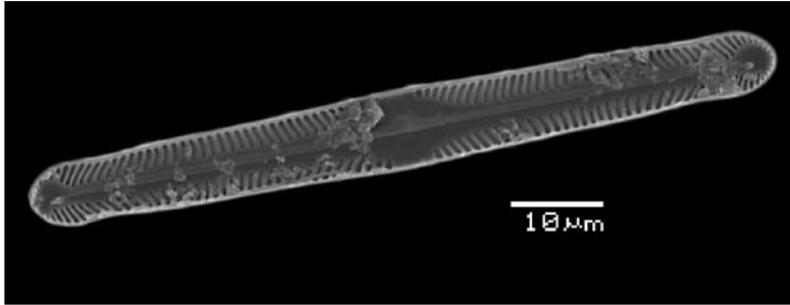
## *Sellaphora* Mereschkowsky 1902

- **Frústulo:** células solitarias
- **Valva**
- **Forma celular:** lineal a lanceolada o elíptica
- **Forma Ápice:** redondeado a capitado. En algunas especies se presenta un engrosamiento transapical.
- **Superficie valvar:** plana, se curva levemente hacia el manto.
- **Manto valvar:** poco profundo.
- **Rafe:** central y recto. Las fisuras terminales torcidas o en forma de gancho. Las terminaciones centrales expandidas levemente desviadas hacia el lado primario.
- **Esternón:** notorio, en algunas especies con *conopeum*
- **Estrías:** uniseriadas
- **Areolas:** poroides; circulares con himen interno.
- **Nódulos terminales:** notorios



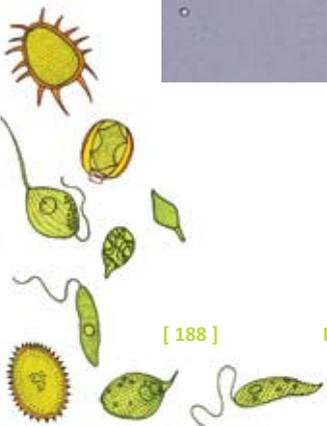
- **Conopeum:** delgada membrana de sílice no poroso originada a partir del rafe.
- **Cintura:** contiene pocas bandas abiertas, usualmente no perforadas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 1. *Sellaphora laevisima* (Kützing ) D. G. Mann



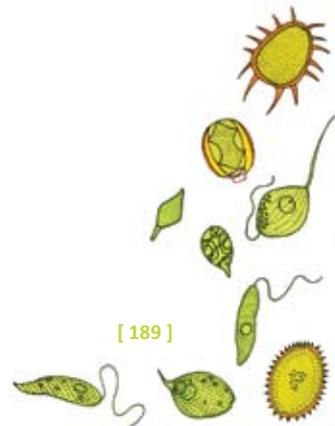


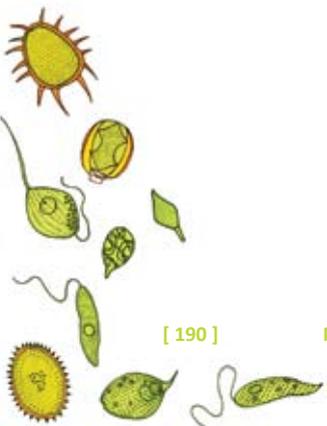
## *Pinnularia* Ehrenberg 1843

- **Frústulo:** células solitarias, raramente formando colonias.
- **Valva**
- **Forma celular:** lineal, lanceolada o elíptica, algunas veces con márgenes ondulados.
- **Forma Ápice:** redondeado, rostrado o capitado.
- **Superficie valvar:** plana.
- **Rafe:** central, en la mayoría de los casos complejo. Las terminaciones externas centrales expandidas y torcidas en la misma dirección y las terminales en forma de gancho. Internamente puede haber o faltar el intermisio.
- **Esternón:** conspicuo, en la mayoría de los casos ancho.
- **Estrías:** multiseriadas, alveoladas. Internamente el alveolo presenta una abertura que abarca toda la longitud de la estría o sólo una parte; externamente presenta varias hileras de areolas. Paralelas, convergentes o fuertemente radiadas en los extremos.
- **Areolas:** poroides ocluidas con hímenes.



- **Áreas central y axial:** variable en las distintas especies, la fisonomía de las áreas es una carácter importante para distinguir especies.
- **Nódulo central:** marcado
- **Cintura:** formada por pocas bandas abiertas. La primera banda o valvocopula usualmente amplia y con una hilera de poros alargados.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 8 especies aún sin publicar (Sala, Núñez-Avellaneda & Vouilloud)

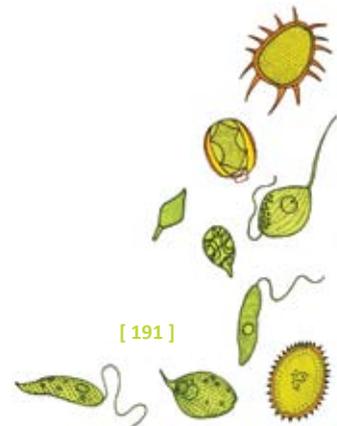




## *Navicula* Bory 1822

- **Frústulo:** solitarios.
- **Valva**
- **Forma:** elíptica, lanceolada a lineal.
- **Forma de los ápices:** agudo a redondeado, rostrado a capitado.
- **Superficie valvar:** plana o curvada suavemente hacia los márgenes.
- **Manto:** poco profundo
- **Rafe:** filiforme. Las terminaciones centrales del rafe simples, expandidas en poros o ganchos, rectos o ligeramente torcidos. Terminaciones distales externas simples o en forma de gancho.
- **Esternón:** engrosado especialmente en el lado primario.
- **Estrías:** uniseriadas, rectas o levemente curvadas, radiadas.
- **Areolas:** Tipo lineolas, aberturas externas elongadas apicalmente; internamente cubiertos por hímenes.

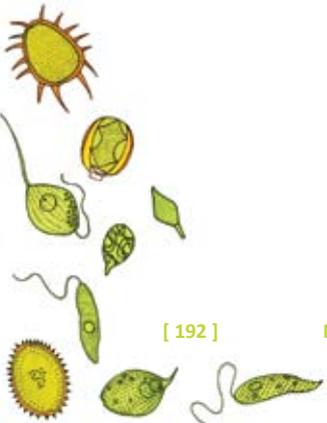
- **Área central:** de forma variable; carácter utilizado para diferenciar especies
- **Cintura:** compuesto por varias bandas abiertas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** una especie no publicada (Sala & Núñez-Avellaneda)





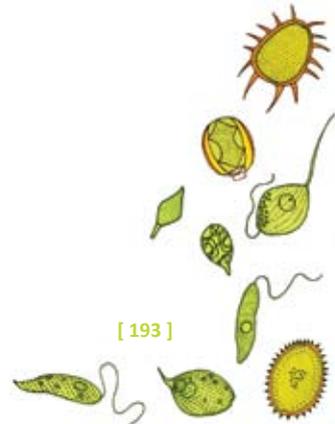
## *Stauroneis* Ehrenberg 1843

- **Frústulo:** Solitarios, raramente coloniales.
- **Valva**
- **Forma:** lanceolada a elíptica.
- **Ápice:** generalmente capitado.
- **Superficie valvar:** plana.
- **Manto:** reducido cerca a los ápices. Margen algunas veces se engrosa en los polos para formar pseudoseptos
- **Rafe:** externamente las terminaciones centrales están fuertemente expandidas, con frecuencia torcidas hacia el mismo lado, internamente tienen terminaciones simples o levemente torcidas. Fisuras terminales curvadas hacia el lado secundario.
- **Esternón:** internamente engrosado, a veces dos costillas longitudinales internas similares a las de *Frustulia*
- **Estrías:** uniseriadas.
- **Área central:** estauro grueso
- **Areolas:** Pequeñas, poroides que externamente



pueden ser elongados e internamente están ocluidos por hímenes.

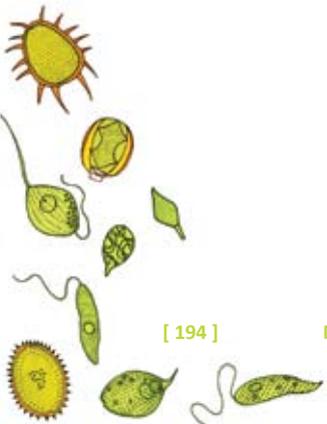
- **Cintura:** Compuesta por varias bandas abiertas con poros.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** una aún no publicada (Sala & Núñez-Avellaneda)



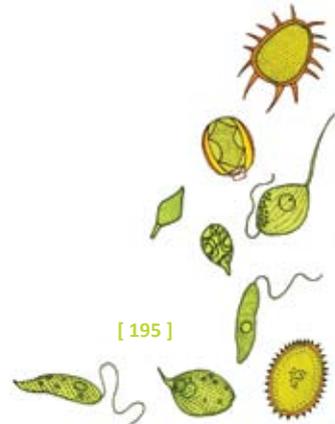


## *Rhopalodia* O. Müller 1895

- **Frústulo:** células solitarias libres o adheridas. Frústulos lineares, lanceolados o más o menos elípticos en vista conectival.
- **Valva**
- **Forma:** lineal o arqueada, muy asimétrica respecto del plano apical.
- **Superficie valvar:** con costillas transapicales robustas algunas se continúan por debajo del rafe funcionando como fíbulas.
- **Sistema del Rafe:** excéntrico, cercano al margen dorsal con frecuencia sobre una quilla.
- **Rafe:** las fisuras externas bordeadas por engrosamientos silíceos. Extremos proximales externos expandidos, algunas veces torcidos levemente hacia el lado ventral; internamente las terminaciones son simples. Terminaciones polares externas simples. Internamente el rafe se abre en un canal comunicado con el interior de la célula a través de *portulae* redondos u ovals.
- **Estrías:** uniseriadas a multiseriadas.

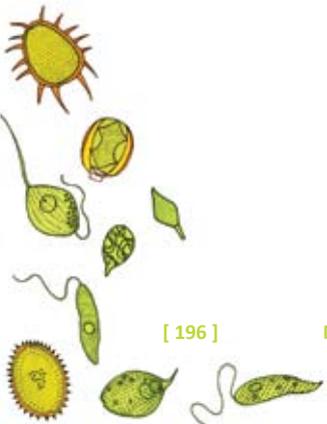
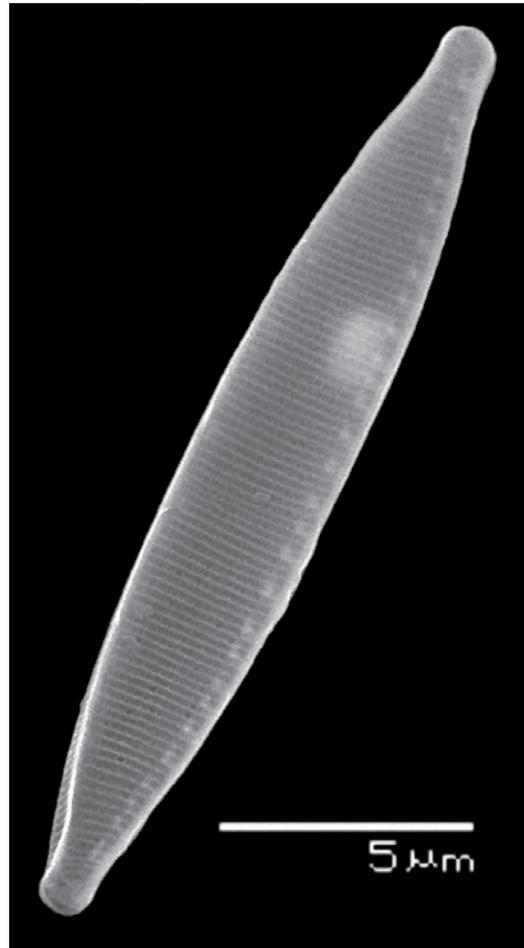


- **Areolas:** ocluidas por una o pocas *volae*.
- **Cintura:** más ancha del lado dorsal compuesta de bandas abiertas y cerradas algunas lisas y otras con poros.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 2 aún no publicadas (Sala & Núñez-Avellaneda)

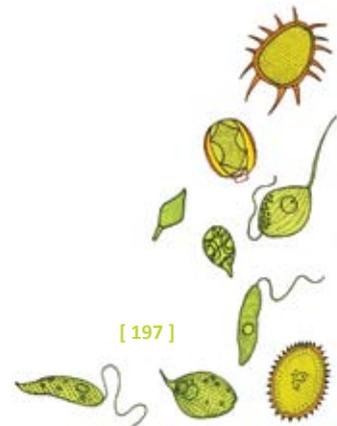


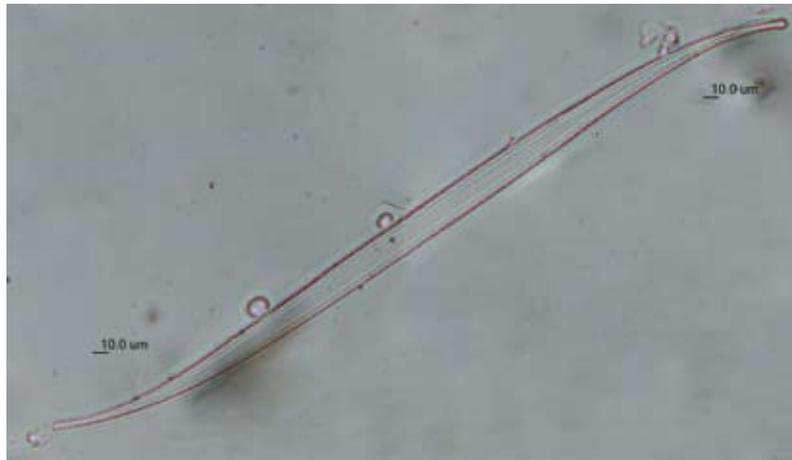
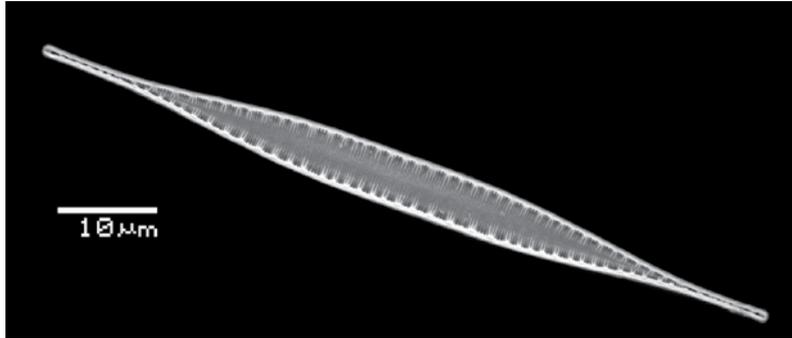
## *Nitzschia* Hassal 1845

- **Frústulo:** células solitarias o pueden formar colonias estrelladas, en cadena o tubos de mucílago.
- **Valva**
- **Forma:** estrechas, rectas o sigmoides; lineales, lanceoladas o elípticas, expandidas centralmente algunas veces.
- **Forma del ápice:** variados, generalmente rostrados o capitados.
- Sistema del **Rafe:** ligera o fuertemente excéntrico. En las valvas de un frústulo pueden estar ubicados en el mismo margen (simetría hantzschioide) o márgenes opuestos (simetría nitzschioide).
- **Rafe:** continuo o interrumpido en el centro de la valva. Fisuras externas en forma de gancho torcido hacia el lado proximal o distal.
- **Fíbulas:** de morfología variada a veces extendidas en todo el ancho valvar.
- **Estrías:** uniseriadas



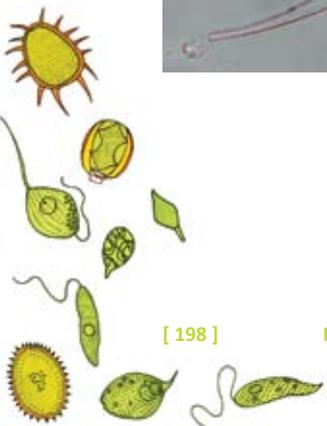
- **Areolas:** pequeñas, circulares ocluidas por hímenes y algunas veces también por cribas.
- **Conopeum:** a veces presente
- **Cintura:** compuesta de un número variable de bandas abiertas, con una a varias hileras de poroides.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 1. *Nitzschia sigma* (Kützing) W. Smith



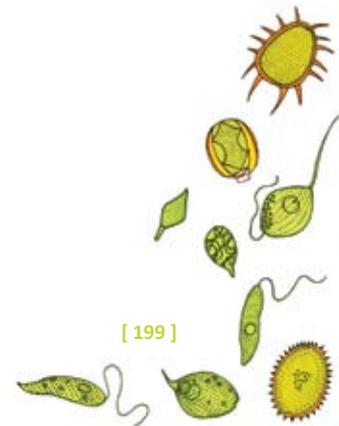


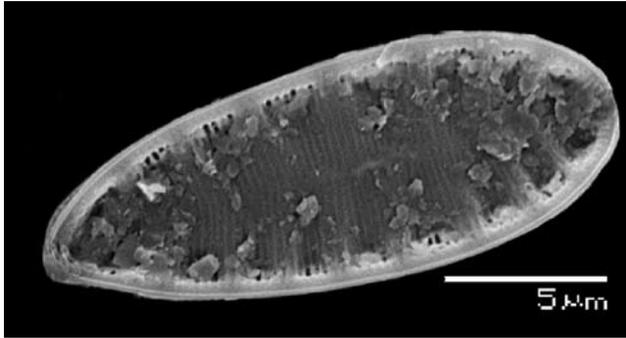
## *Stenopterobia* Brébisson ex Van Heurck 189

- **Frústulo:** células solitarias, rectas o sigmoideas en vista valvar o conectival
- **Valva**
- **Forma:** rectas, estrechas, sigmoideas o lanceoladas.
- **Forma del ápice:** variable desde indiferenciados a alargados.
- **Superficie valvar:** levemente ondulada.
- Sistema del **Rafe:** ubicado en todo la circunferencia de la valva.
- **Rafe:** terminaciones del rafe simples o levemente curvadas externamente y simples internamente.
- **Esternón:** central estrecho, a veces perforado irregularmente.
- Costillas transapicales: con frecuencia con proyecciones o con verrugas externas. Generalmente se fusionan con el esternón.
- **Estrías:** multiseriadas



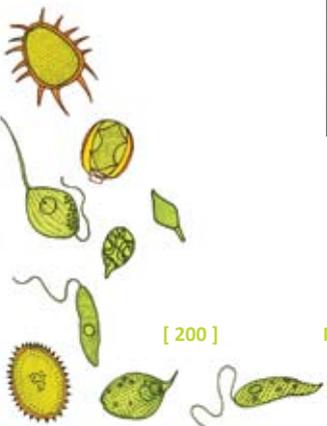
- **Areolas:** pequeñas, poroides, circulares, sin hímenes.
- **Fíbulas:** formadas por el repliegue y la fusión parcial de la superficie valvar y el manto.
- **Cintura:** no se conoce.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 1. *Stenopterobia delicatissima* (Lewis) Brébisson ex Van Heurck y dos taxones más aún n publicados (Sala, Núñez-Avellaneda & Guerrero)





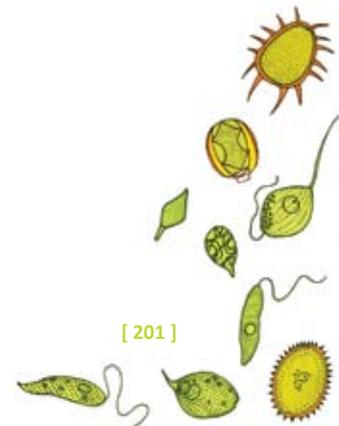
## Surirella Turpin 1828

- **Frústulo:** células solitarias.
- **Valva**
- **Forma:** Iso o heteropolar; lineal a elíptica u ovoide, algunas veces panduriforme.
- **Superficie valvar:** plana, o con frecuencia cóncava, pueden tener ondulaciones transapicales o concéntricas, Algunas veces con costillas, verrugas y ocasionalmente con espinas a lo largo de la línea media de la valva.
- Sistema del **Rafe:** ubicado en toda la circunferencia de la valva, elevado en una quilla más o menos desarrollada. En algunos casos internamente pueden presentar costillas fibuladas.
- **Rafe:** simple; con extremos internos y externos simples, localizados en los polos.
- **Esternón:** central estrecho.
- Costillas: transapicales, con frecuencia robustas algunas además son engrosadas y corren de margen a margen, actuando como *fibulae* debajo del rafe.
- **Estrías:** multiseriadas con frecuencia interrumpi-

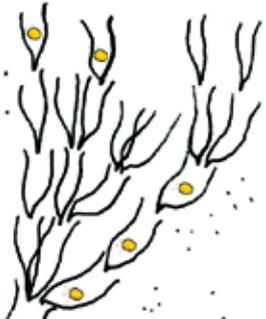
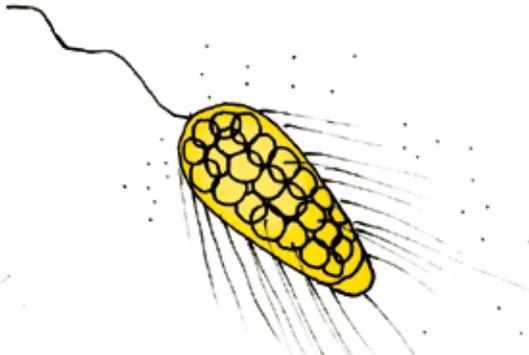
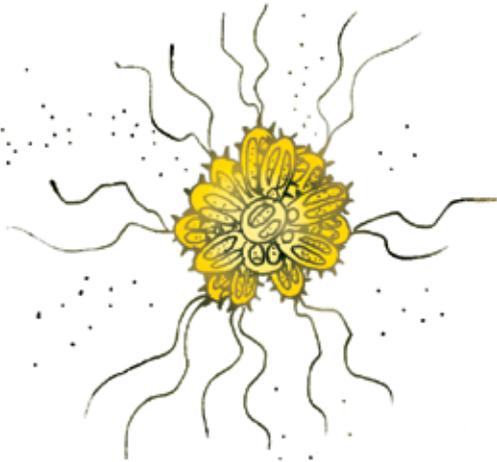
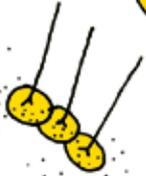
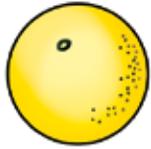


da por el esternón, cerca o a lo largo de la línea media

- **Areolas:** pequeñas, poroides redondeadas, ocluidas por volae
- **Cintura:** con varias bandas, en algunas especies abiertas en la parte media de la **Valva**
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 2 especies no publicadas (Núñez-Avellaneda & Sala)

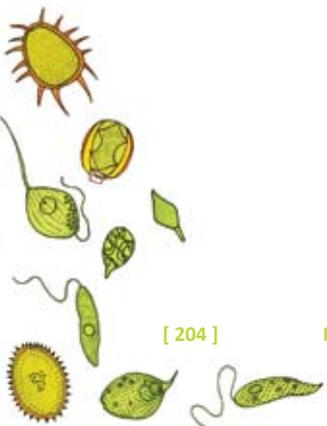






## CHRYSTOPHYTA: CRYSTOPHYCEAE

MARÍA SUSANA VIGNA & MARCELA NÚÑEZ - AVELLANEDA

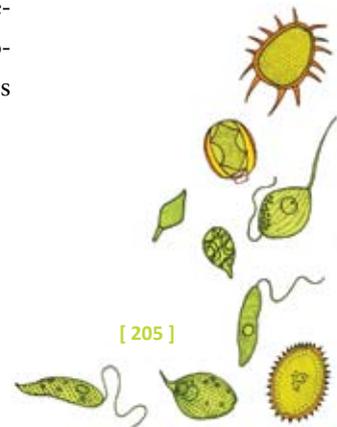


# I. Aspectos generales

- **Nombre común:** Crisófitos o algas doradas, incluye dos clases (Chrysophyceae y Synurophyceae)
- **Características distintivas:** El tipo de flagelos heterocontos (uno largo y pleuronemático con pelos tripartitos y otro corto y liso) y la formación de quistes silíceos (estatosporas), como producto de su reproducción asexual y sexual son las características comunes de ambas clases. Algunos géneros poseen lóricas enteras o escamosas cuya composición química puede variar desde orgánicas a silíceas.
- **Nivel de organización:** Flagelados solitarios o coloniales, palmeloides, rizopodiales, cocoides y filamentosos.
- **Pigmentos:** Clorofila a y c, ( $c_1$  y  $c_2$  en las Chrysophyceae y  $c_1$  en las Synurophyceae) y pigmentos

accesorios como las xantofilas, siendo la más importante la fucoxantina que le da el color dorado característico

- **Sustancia de reserva:** Lípidos y crisolaminaria.
- **Aspectos nutricionales:** Fotoautótrofos y heterótrofos (mixótrofos, osmótrofos, fagótrofos).
- **Hábitat:** Principalmente planctónicos, aunque algunas especies viven adheridos a otros organismos (perifíticos) o en el fondo de los cuerpos de agua (bentónicos).
- **Aspectos ecológicos:** Ambientes oligotróficos a levemente eutróficos, de baja conductividad y acidófilos, aunque hay especies adaptadas a condiciones eutróficas.
- **Tamaño:** desde unos 10  $\mu\text{m}$  hasta más de 70  $\mu\text{m}$ .



- **Registros en la Amazonia colombiana:** 3 géneros y 5 especies para la clase Chrysophyceae y 2 géneros y 21 especies para la clase Synurophyceae.

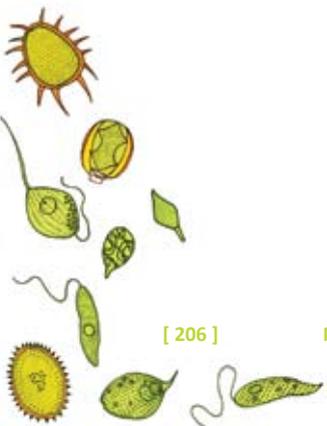
## II. Morfología de una Chrysophyceae:

- - **Hábito solitario o unicelular:** presencia o ausencia de cromoplastos, forma y dimensiones celulares, presencia o ausencia de flagelos o pseudopodios, en este último caso tipo de pseudopodios.
- **Cuando loricados, tipo de lórica:** entera o escamosa, dimensiones y composición química de la misma. Además, en el caso de ser escamosa, aspecto y dimensiones de las escamas, para esto en la mayoría de los casos es necesaria la observación con microscopio electrónico de barrido y/o transmisión.
- **Hábito colonial:** presencia o ausencia de plastos, forma y dimensiones celulares, presencia o ausencia de flagelos o pseudopodios, en este último caso tipo de pseudopodios. Forma y dimensiones de la colonia.
- Cuando loricados, tipo de lórica: entera o escamosa, dimensiones y composición química de la mis-

ma. Además, en el caso de ser escamosa, aspecto y dimensiones de las escamas, para esto en la mayoría de los casos es necesaria la observación con microscopio electrónico de barrido y/o transmisión.

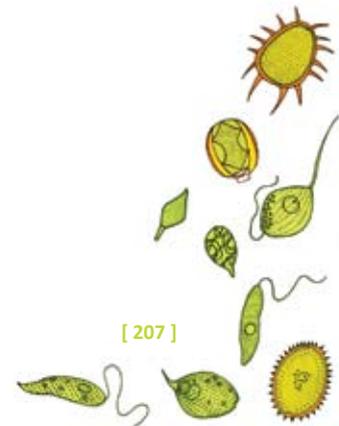
## III. Morfología de una Synurophyceae:

- **Hábito solitario o unicelular:** forma y dimensiones celulares, número de flagelos visibles.
- **Lórica escamosa:** forma y dimensiones. Aspecto y dimensiones de las escamas según su ubicación sobre el cuerpo celular, presencia u ausencia de sedas, tipo de sedas, ubicación de las mismas sobre el cuerpo celular.
- **Hábito colonial:** forma y dimensiones de la colonia, número de células que las componen, forma y dimensiones celulares.
- **Lórica escamosa:** forma y dimensiones. Aspecto y dimensiones de las escamas según su ubicación sobre el cuerpo celular, presencia o ausencia de espinas.



## IV. Caracteres taxonómicos para la identificación

- La identificación de las especies de las Synurophyceae y Chrysophyceae se basa en criterios morfológicos y ultraestructurales, motivo por el cuál es necesaria la aplicación de técnicas de microscopía electrónica de transmisión y barrido para la correcta identificación de las especies en todos los géneros de esta clase. La observación de las estatoporas puede definir la asignación específica.



## V. Sistema de clasificación

**Reino:** Protista

**División:** Ochrophyta

**Clase:** Chrysophyceae

**Orden:** Chromulinales

**Familia:** Dinobryaceae

**Género:** *Dinobryon*

**Familia:** Paraphysomonadaceae

**Género:** *Chrysosphaerella*, *Paraphysomonas*, *Spiniferomonas*

**Clase:** Synurophyceae

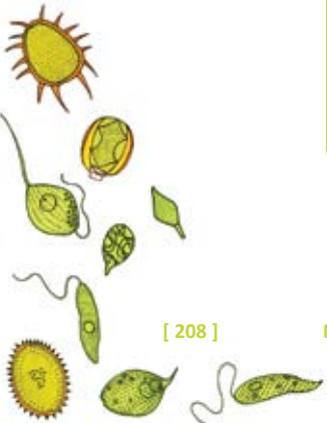
**Orden:** Synurales

**Familia:** Synuraceae

**Género:** *Synura*

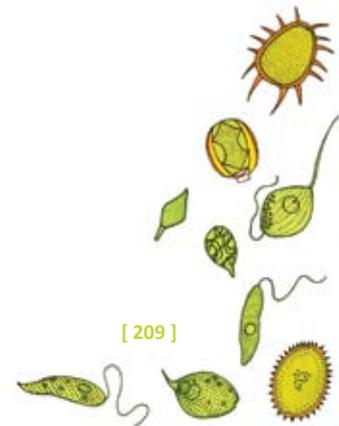
**Familia:** Mallomonadaceae

**Género:** *Mallomonas*



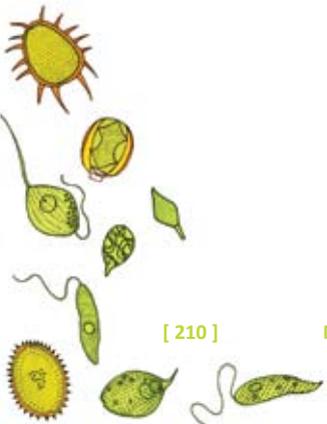
## *Dinobryon* Ehrenberg 1835

- Colonias dendroides, libre nadantes raramente solitarios o fijos a un sustrato, cuyas células viven en el interior de una lorica.
- **Lórica:** Con forma de una campanula o de embudo hialino a amarronado, celulósico. La superficie externa es lisa y los márgenes pueden ser levemente ondulados, algunas veces con estrías helicoidales.
- **Forma celular:** Tiene forma elíptica o fusiforme, y no rellena completamente la lórica. Posee dos flagelos desiguales. La célula está adherida a la lórica por medio de un filamento basal contráctil (epipodio).
- **Cromoplastos:** uno o dos, laminares, parietales, presenta un estigma.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna



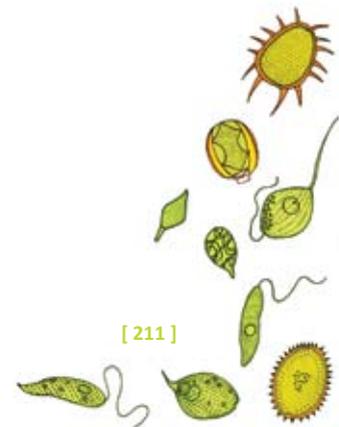
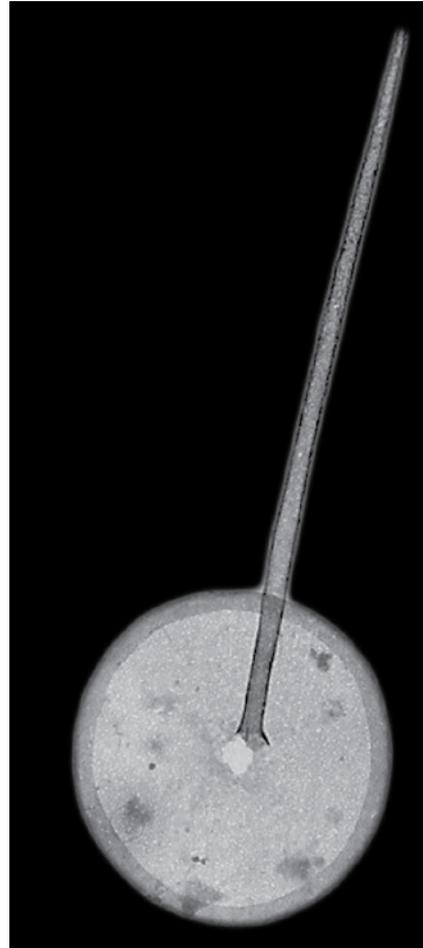
## *Chrysophaerella* Lauuterborn 1896

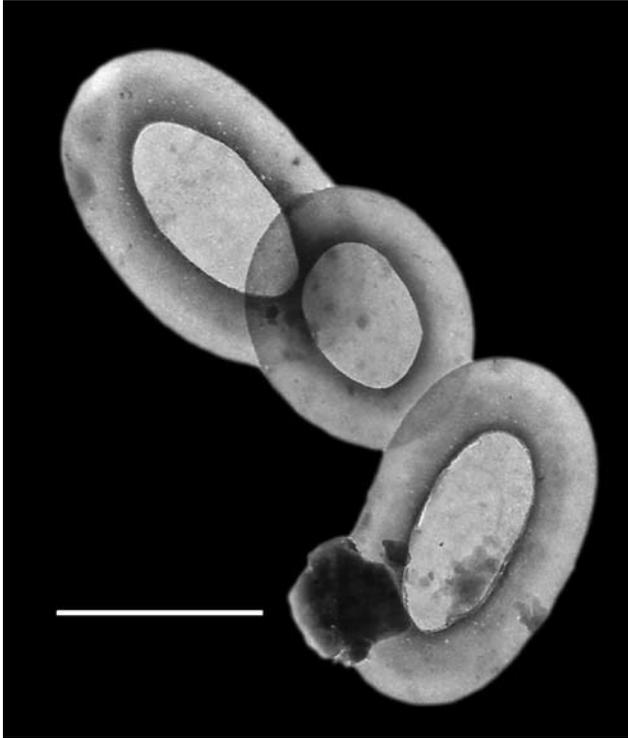
- Colonias globulosas o individuos solitarios
- **Forma celular:** Ovoidales a piriformes.
- **Cubierta celular:** Escamas silíceas elípticas y espinas rígidas con bases en forma de bobina.
- **Flagelos:** Presenta dos flagelos heterocontos, insertados subapicalmente.
- **Cromoplastos:** dos plastos laminares, parietales y presenta un estigma.
- **Distribución geográfica:** cosmopolita
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 3.
- *Chrysophaerella coronacircumspina* Wujek et Kristiansen; *C. septispina* (Nicholls) Kristiansen et Tong; *C. annulata* Kristiansen et Tong var. *yahurii* Vigna, Duque et Núñez-Avellaneda.



## *Paraphysomonas* De Saedeleer 1929

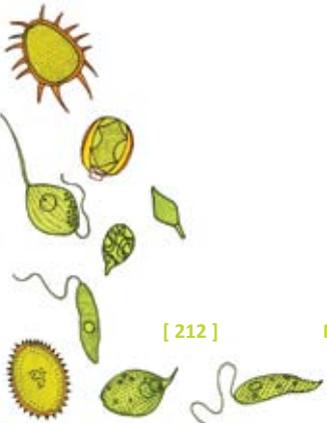
- Individuos solitarios.
- **Forma celular:** esférica.
- **Cubierta celular:** Escamas silíceas circulares con una espina central rígida.
- **Flagelos:** Presenta dos flagelos heterocontos, insertados subapicalmente.
- **Cromoplastos:** Incoloros.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 1.
- *Paraphysomonas vestita* (Stokes) De Saedeleer.





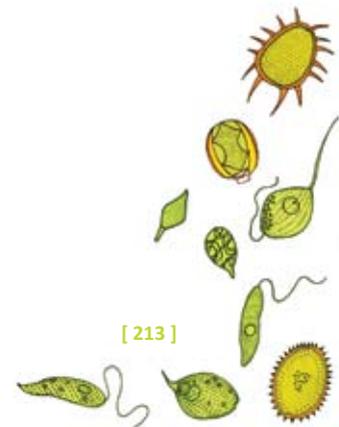
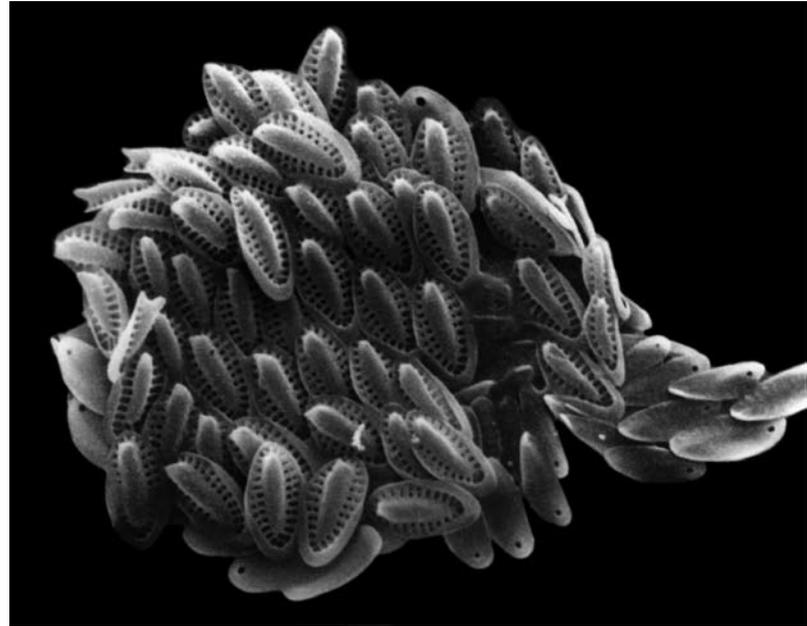
## *Spiniferomonas* E. Takahashi 1973

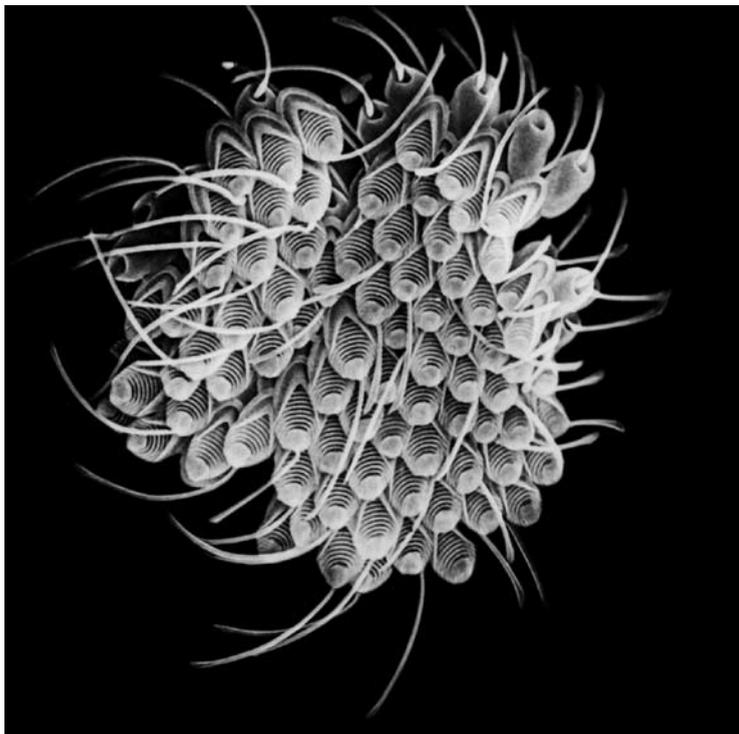
- Individuos solitarios
- **Forma celular:** Tiene forma esférica u oval, con dos flagelos desiguales
- **Cubierta celular:** escamas silíceas elípticas o circulares con rebordes anchos y una o dos lagunas centrales. Tres o más espinas rectas y huecas.
- **Flagelos:** Presenta dos flagelos heterocontos, insertados subapicalmente.
- **Cromoplasto:** uno por célula parietal.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 1. *Spiniferomonas* sp. La morfología está asociada con *S. bourrellyi*, *S. abei* o *S. triolaris*. La morfología de las escamas de las espinas es necesaria para identificar correctamente la especie.



## *Synura* Ehrenberg 1834

- Colonias globulosas a elipsoidales, móviles, formadas por un número variable de células reunidas por sus extremos caudales.
- **Forma celular:** piriforme con su extremo caudal alargado.
- **Cubierta celular:** lóriga formada por escamas de naturaleza silíceo, superpuestas y organizadas regularmente en hileras helicoidales.
- **Flagelo:** dos flagelos desiguales.
- **Cromoplastos:** dos cromoplastos laminares, parietales.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 5. *Synura curtispina* (Petersen et Hansen) Asmund; *S. echinulata* Korshikov; *S. echinulata* Korshikov var. ?; *S. leptorrhada* (Asmund) Nicholls; *S. mammillosa* Takahashi; *S. petersenii* Korshikov f. *petersenii*.

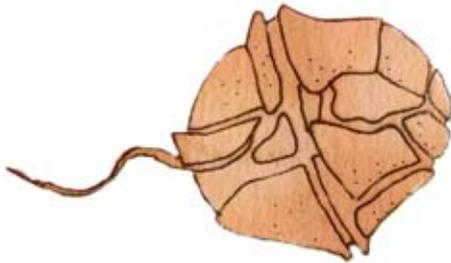
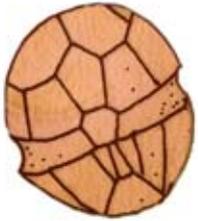




## *Mallomonas* Perty 1852

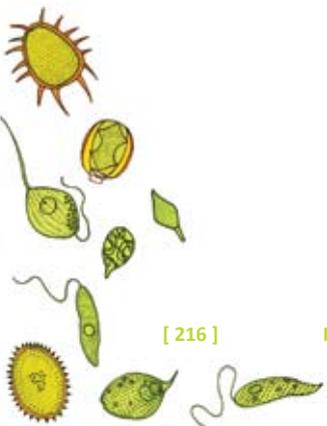
- Unicelulares flageladas.
- **Forma celular:** Globosas, elípticas, ovadas o fusiformes.
- **Flagelos:** Dos flagelos heterocontos. Generalmente hay un único flagelo de inserción subapical visible y el otro está reducido.
- **Cubierta celular:** Lórica formada por escamas de sílice imbricadas en forma helicoidal con diferentes tipos de ornamentación. Sedas lisas o aserradas que muestran diferentes patrones de distribución en la superficie de la célula.
- **Cromoplastos:** uno en forma de H con la apariencia de dos plastos.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** 11. *Mallomonas amazonica* Vigna, Duque et Núñez-Avellaneda; *M. crassiquama* (Asmund) Fott; *M. cristata* Dürrschmidt; *M. cyathellata* var. *kenyana* Wujek et Asmund; *M. guttata* Wujek; *M. mangofera* var. *mangofera* Harris et Bradley; *M. mangofera* var. *foveata* Dürrschmidt; *M. mangofera* var. *reticulata* Cronberg; *M. matvienkoae* var. *matvienkoae* (Mat.) Asmund et Kristiansen; *M. matvienkoae* var. *grandis* Dürrschmidt et Cronberg; *M. striata* Asmund.





## DINOPHYTA: DINOPHYCEAE

MARCELA NÚÑEZ - AVELLANEDA & ANDRÉS BOLTOVSKOY

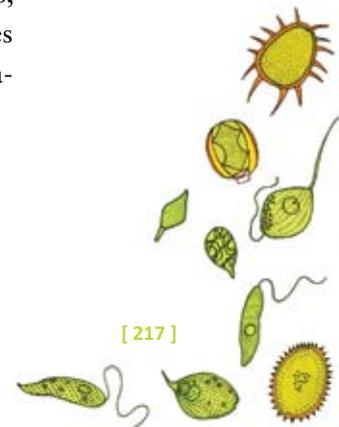


# I. Aspectos generales

- **Nombre común:** Dinoflagelados.
- **Características distintivas:** Núcleo del tipo dinocarion, y presencia de dos flagelos. Muchas especies presentan una cubierta celulósica (teca) formada de placas.
- **Nivel de organización:** Unicelulares, con algunas formas coloniales.
- **Pigmentos:** Clorofilas a y c,  $\beta$  Carotenos y algunas Xantofilas, entre la que se destaca la Peridininina. Los dinoflagelados que carecen de plástidos son necesariamente heterotróficos.
- **Sustancia de reserva:** Almidón y lípidos.
- **Aspectos nutricionales:** Fotoautótrofos y heterótrofos (Mixotrofos, osmótrofos, fagótrofos, etc.).
- **Hábitat:** Principalmente planctónicos, aunque algunas especies viven en los sedimentos, sobre plantas acuáticas (Phytodiniales) o sobre corales. Existen

especies simbiotes (zooxantelas) que se asocian principalmente a invertebrados marinos (celenterados de los arrecifes). También hay dinoflagelados que son parásitos.

- **Tamaño:** En aguas dulces 0,01 hasta 0.07 mm, en el mar hasta varios milímetros
- **Aspectos ecológicos:** El 90% de los dinoflagelados son marinos. Suelen causar fenómenos conocidos como mareas rojas o florecimientos algales, consecuencia de una gran proliferación de organismos de una misma especie, que debido a la alta concentración, pueden generar olores desagradables, mortandad de peces o toxicidad. En aguas dulces las floraciones suelen complicar el proceso de potabilización del agua.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguno



## II. Morfología de un dinoflagelado tecado:

- **Surco Transversal:** llamado *cíngulum*, puede rodear por completo el cuerpo como una excavación ecuatorial de profundidad variable según la especie. Puede ser circular (con sus extremos enfrentados, o helicoidal (extremos desplazados uno con respecto al otro).
- **Surco Longitudinal:** llamado *sulcus*, nace en la parte media del cuerpo celular y se extiende hacia el extremo antapical y llega hasta el extremo antapical.
- En las células del tipo **dinokonta** la cara de donde emergen los flagelos se denomina **ventral**, y la opuesta **dorsal**. En las de tipo **desmokonta** (casi sin representación en aguas continentales) los flagelos emergen de la parte apical.
- Tradicionalmente entre los dinoflagelados se distinguían dos subgrupos bien definidos **desnudos** y **tecados**, según si carecían o estaban provistos de

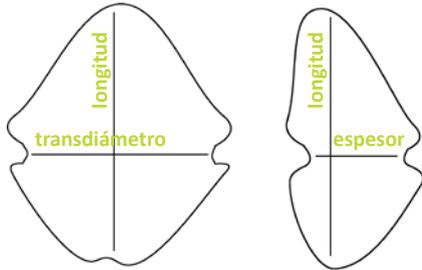
una **teca**. Esta última es una cubierta celular formada por placas celulósicas. Actualmente se sabe que muchos de los dinoflagelados “desnudos”, en realidad poseen tecas muy tenues formadas por numerosas placas hexagonales.

- Las partes de la célula por encima y por debajo del **cíngulum** reciben el nombre de **epicono** e **hipocono**, respectivamente. La parte de la teca que cubre epicono se denomina **epiteca** y la que protege al hipocono – **hipoteca**.
- En los organismos **desnudos** (sin teca), la cubierta celular rara vez presenta ornamentación. Las placas de los **tecados** pueden ser lisas o presentar diferentes tipos de ornamentación como retículo superficial, espinas, aletas, crestas, etc.
- Las placas de los dinoflagelados **tecados** están dispuestas en series específicas. Las variaciones en el número y distribución de las placas que presenta la célula son caracteres taxonómicos muy importantes ya que permiten separarlos en grandes grupos, así como diferenciar géneros y especies.

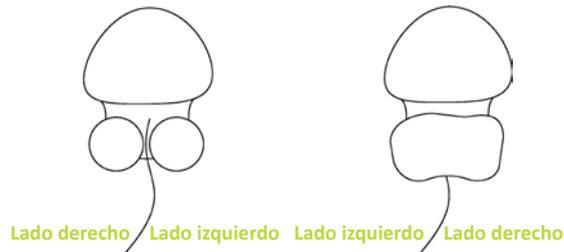


### III. Caracteres taxonómicos para la identificación

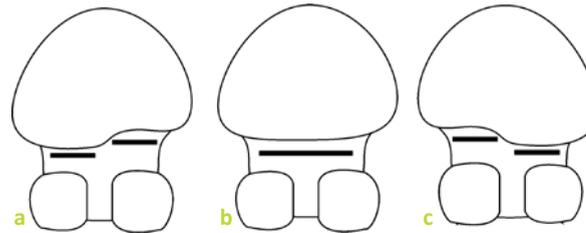
- **Medidas principales de la célula:** Longitud, transdiámetro y espesor. La longitud se mide con el ejemplar en vista dorsal, ventral o lateral. El transdiámetro se mide con el ejemplar en vista dorsal o ventral. El espesor se mide en vista lateral.



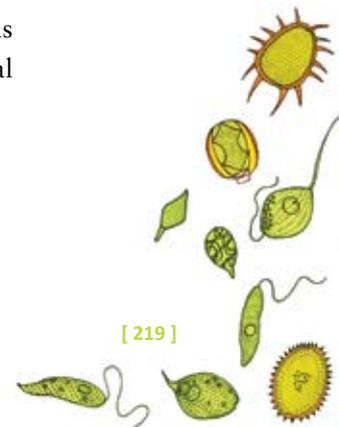
- **Vistas y Orientación:**

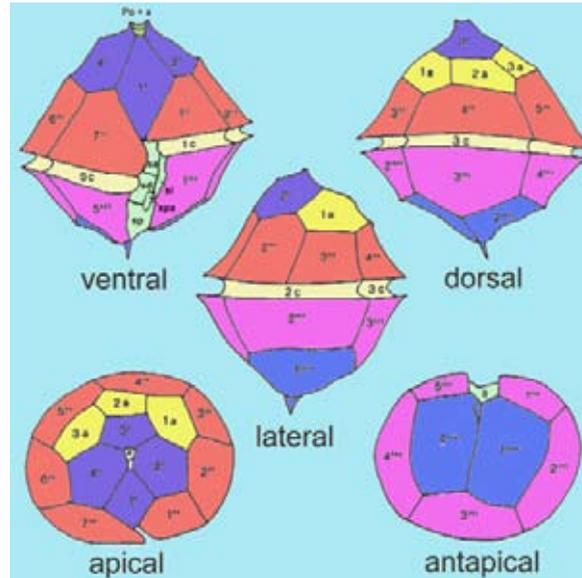


- **Posición del cingulum y tipo de desplazamiento:** Descendente (a), circular (b) y ascendente (c). El desplazamiento se mide en alturas cingulares. En los ejemplos a y c el desplazamiento es de media altura cingular.



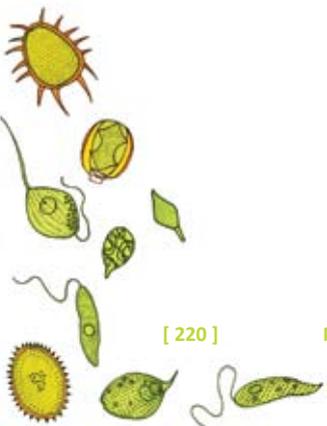
- **Esquemas tabulares:** Los dinoflagelados tecados tienen la pared compuesta de placas cuya cantidad, distribución y tamaño relativo permite definir las especies. Según su posición, cada serie de placas recibe un nombre, y para su discernimiento se utiliza la “notación Kofoidiana”. Esta última enumera las placas de izquierda a derecha a partir del plano medio del área ventral del cuerpo de la célula. A continuación se presenta la numeración que reciben las placas de acuerdo a su posición: ventral (a), dorsal (b), lateral (c), apical (d) y antapical (e).





**Po** Complejo del poro apical  
**'** Serie apical  
**a** Placas intercalares  
**"** Serie precingular

**c** Cingular  
**s** Placas sulcales  
**'''** Serie poscingular  
**''''** Serie antapical



## IV. Sistema de clasificación

**Reino:** Protista

**División:** Dinoflagellata

**Subdivisión:** Dinokaryota

**Clase:** Dinophyceae

**Subclase:** Gimnodiniphycidae

**Orden:** Gimnodiniales

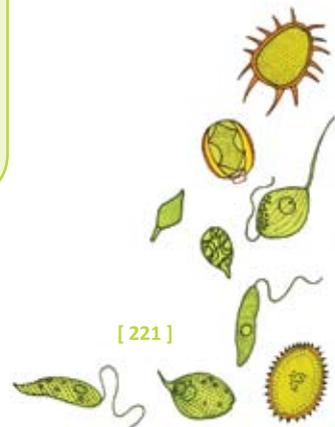
**Suborden:** Gimnodiniineae

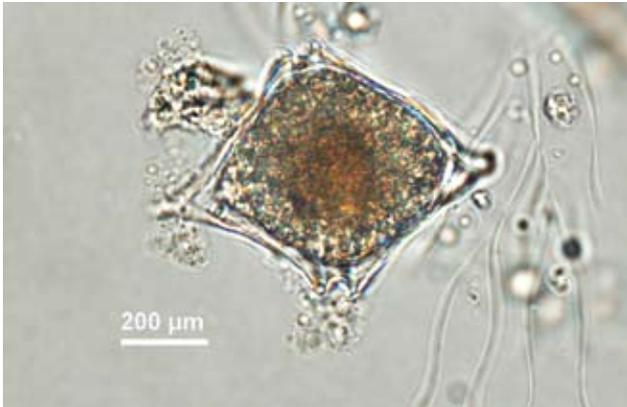
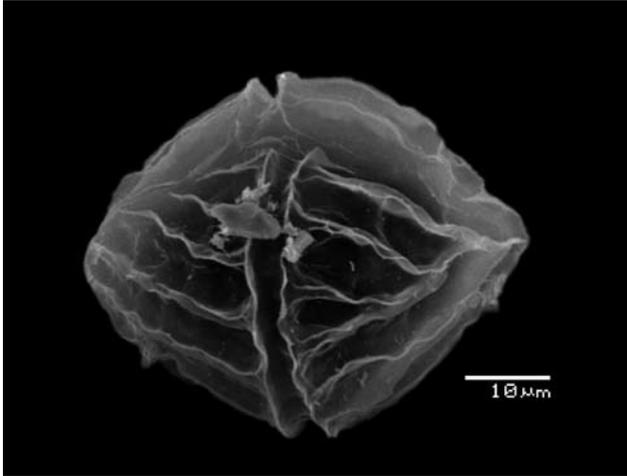
**Familia:** Lophodinaceae

**Géneros:** *Lophodinium*,

**Familia:** Peridinaceae

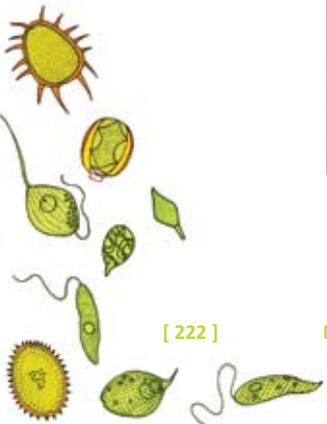
**Géneros:** *Durinskia*, *Peridinium*





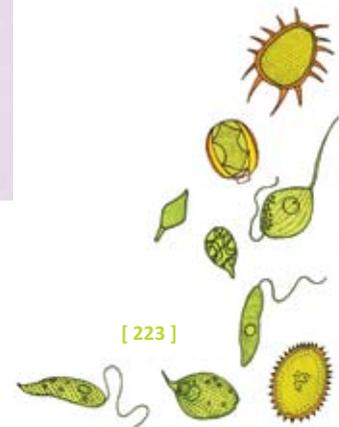
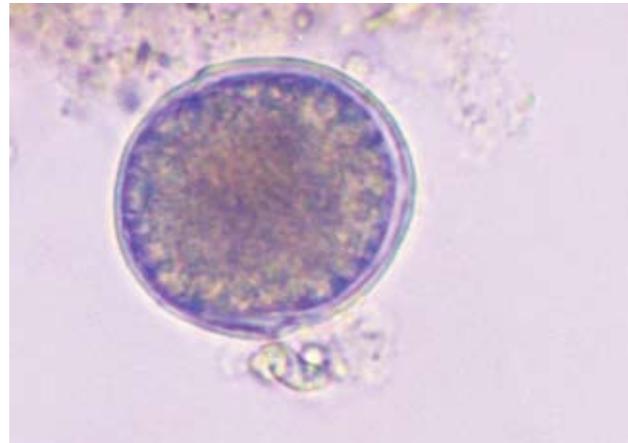
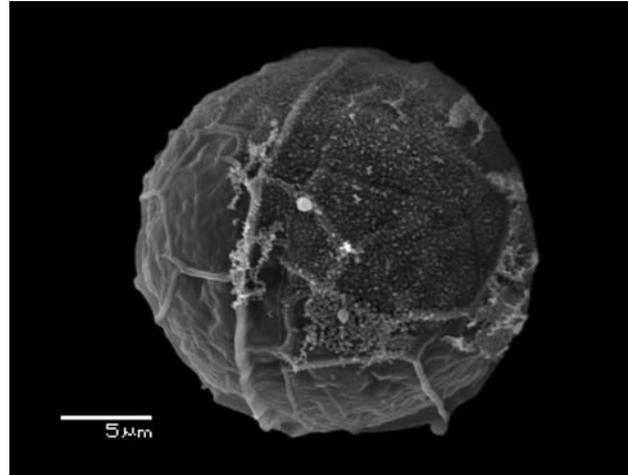
## *Lophodinium* Lemmermann 1910

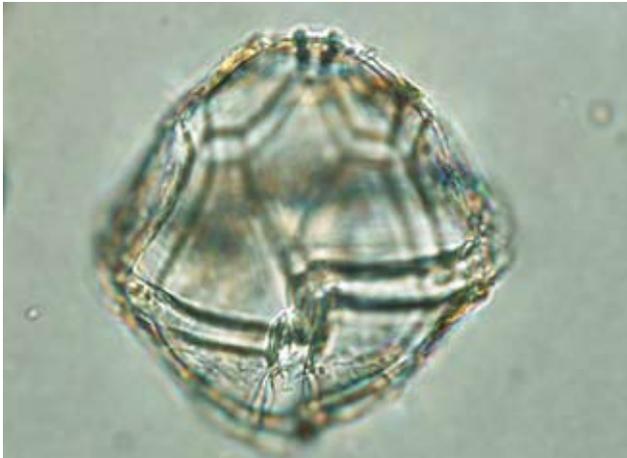
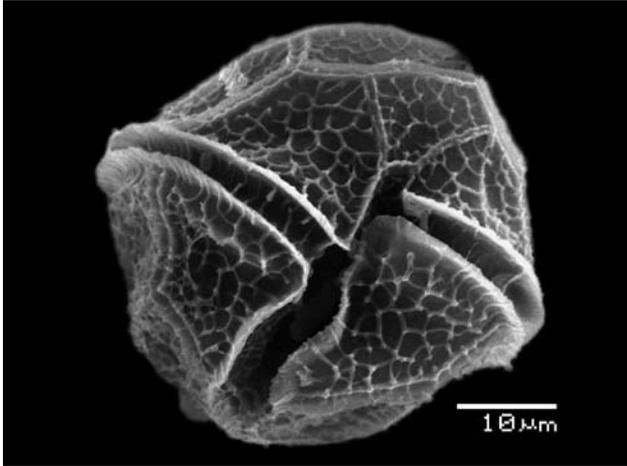
- **Forma celular:** La célula es bicónica en vista ventral y levemente achatada dorsiventralmente, y ovoide a reniforme en vista apical.
- **Cíngulum:** Se sitúa en posición ecuatorial de la célula, es helicoidal apenas descendente y sus márgenes son algo festoneados.
- **Sulco:** Penetra levemente en la epiteca y se extiende en la hipoteca hasta el antapex.
- **Teca:** Formada por numerosas placas hexagonales muy tenues. Epi e hipocono provistos de crestas longitudinales. Los bordes de las placas se prolongan en aletas hialinas, visibles a los costados de las tecas.
- **Cromoplastos:** Son numerosos, discoides u ovoides, de color castaño dorado. Presencia de estigma.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna.



## *Durinskia* Carty & Cox 1986

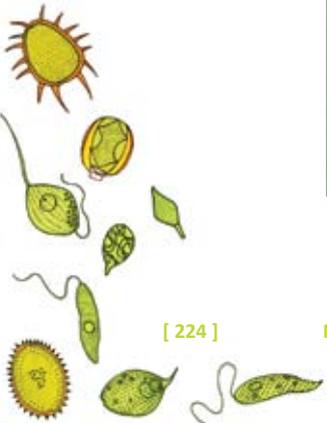
- **Forma celular:** Esférica a oval en vista ventral, y contorno subcircular en vista apical.
- **Cíngulo:** se sitúa en la porción ecuatorial de la célula, dividiendo a la célula en dos mitades de tamaño semejante. Es de tipo descendente.
- **Sulco:** se extiende desde el ápice hasta el antapex y se estrecha hacia la zona de los polos.
- **Teca:** Fina, compuesta por plaquetas no ornamentadas.
- **Cromoplastos:** Numerosos de forma discoide.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna





## *Peridinium* Ehrenberg 1832

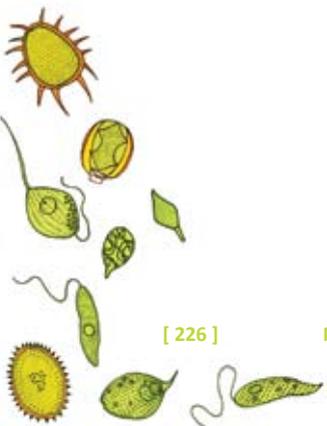
- **Forma celular:** Esférica ovoide, bicónica, subpentagonal, etc. Isodiamétricas o dorsiventralmente achatada.
- **Cíngulo:** Se sitúa en la porción ecuatorial o postecuatorial de la célula, y es helicoidal descendente.
- **Sulco:** generalmente penetra en la epiteca y se extiende en la hipoteca, alcanzando o no el antapex.
- **Cromoplastidios:** Numerosos, de disposición parietales y de color verde a castaño amarillo hasta oscuro, aunque también pueden estar ausentes.
- **Teca:** Compuesta por placas fuertes que pueden estar ornamentadas con crestas, espinas, dientes y/o aletas.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna.





## RODOPHYCEAE

EDGAR JAVIER RINCÓN BARÓN &  
MARCELA NÚÑEZ - AVELLANEDA

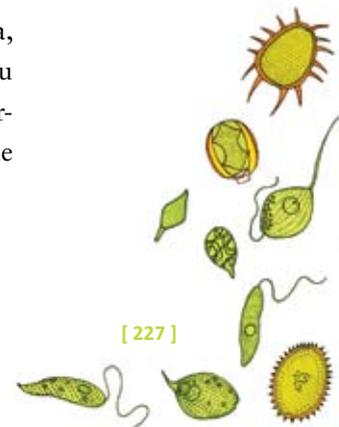


# I. Aspectos generales

- **Nombre común:** Algas rojas.
- **Características distintivas:** Ciclos de vida complejos (trifásicos) incluyendo generaciones gametofíticas (haploides) masculinas y femeninas en la mayoría de los casos isomórficos (indistinguibles), carposporofito (diploide) desarrollándose sobre el gametofito femenino. Después de la fecundación del carpogonio por los espermatangios, generados por el talo masculino, se desarrolla el carposporofito ( $2n$ ), quien se encargará de formar carposporas diploides que germinan para formar el tetrasporofito (diploide), o sufren meiosis (como en las especies dulceacuícolas), este formará dentro de los tetrasporangios (La generación tetrasporofítica no se forma en las especies continentales, a excepción de la etapa Chantrosia) cuatro (4) tetrasporas (ha-

ploides) de las cuales se espera que la mitad formen talos masculinos y la otra talos femeninos (haplogénica) con lo cual se cierra el ciclo. Las especies de agua dulce por lo general poseen dentro del mismo talo estructuras masculinas y femeninas.

- **Nivel de organización:** Unicelular, filamentosas, costrosas, pseudoparenquimatosas y las más avanzadas formas talos parenquimatosos. Las rodofitas presentan conexiones en *pit- plug*
- **Pigmentos:** Clorofila-a, ficobilinas (Ficoeritrina, Ficocianina, Aloficocianina), Carotenos y Xantofilas. Debido a la fotodestrucción de la ficoeritrina, muchas algas rojas no parecen rojizas en toda su extensión, sino que presentan colores violeta, púrpura, marrón, amarillo, y verde. La presencia de



estos mismos pigmentos le confiere la propiedad de ubicarse en zonas de mayor profundidad en relación a otros tipos de algas

- **Sustancia de reserva:** Almidón Florídeas.
- **Aspectos nutricionales:** Fotoautótrofos.
- **Hábitat:** : Béntica y en algunos casos planctónicas (formas unicelulares)
- **Tamaño:** Desde algunos cuantos micrómetros en las formas unicelulares hasta varios metros de longitud en las especies marinas, generalmente las dulceacuícolas no exceden tamaños superiores a 20 centímetros.
- **Aspectos ecológicos:** Aproximadamente el 4 % de las especies existentes de algas rojas (5000 en todo el planeta) se encuentran en ambientes de agua dulce. Prefieren los ambientes lóticos (corrientes) como ríos y arroyos y muy pocas especies son encontradas en ambientes lénticos (lagos, lagunas y pozos). Las especies de agua dulce se restringe a ambientes oligotróficos, libres de contaminantes y altos contenidos de oxígeno
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguna.

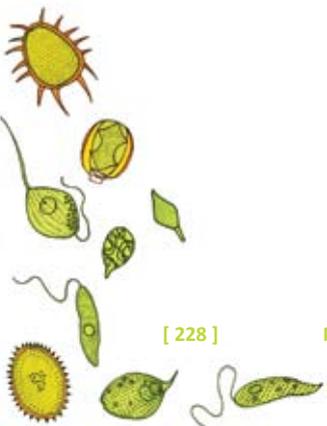
## II. Morfología de una Rhodophyceae:

- EN ELABORACION

- 
- 
- 
- 
- 
- 

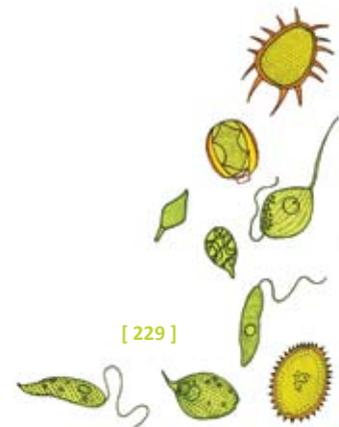
## III. Caracteres taxonómicos para la identificación

- La identificación de la mayoría de las especies de algas rojas de agua dulce se basa en características morfológicas y morfométricas, no bien delimitadas para la mayoría de los grupos, lo cual implica problemas de clasificación y sinonimias. Muchos de estos inconvenientes en la taxonomía se han resuelto por medio de técnicas modernas de biología molecular utilizando marcadores nucleares, cloroplásticos o mitocondriales.



- Las especies dulceacuícolas pueden ser unicelulares coloniales o solitarias. Las multicelulares son filamentosas que forman mechones sobre las superficies de los sustratos que colonizan o costrosas de talos parenquimáticos asociadas fuertemente al sustrato.
- Como es claro los criterios taxonómicos empleados depende del tipo en particular del que se trate.
- **Talos costrosos (*H. angolensis*)** : Para estas especies el criterio clave es el diámetro de las células en sección longitudinal, que conforman el talo.
- **Talos filamentosos**: En esta caso se tiene en cuenta características vegetativas como: presencia de verticilos, el largo y el ancho de estos es importante ya que determina la forma de los mismos por ejemplo: obcónico, en forma de barril etc. El número de células por filamento en los ejes primarios. Sin embargo estas características han mostrado ser bastante plásticas y por esta razón se deben utilizar en conjunto con rasgos reproductivos, como: talos monoicos o dioicos, espermatangios agrupados o no, forma del carpogonio (con o sin protuberancia) y la formación de carposporofitos conspicuos (de-

terminados) o difusos (indeterminados). Cada uno de los criterios mencionados van acompañados de los datos morfométricos correspondientes.



## IV. Sistema de clasificación

**Reino:** Protista

**División:** Rhodophyta

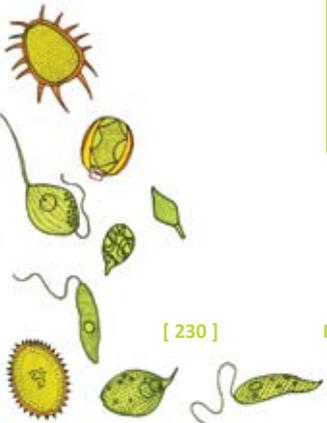
**Clase:** Rhodophyceae

**Subclase:** Florideophyceae

**Orden:** Batrachospermales

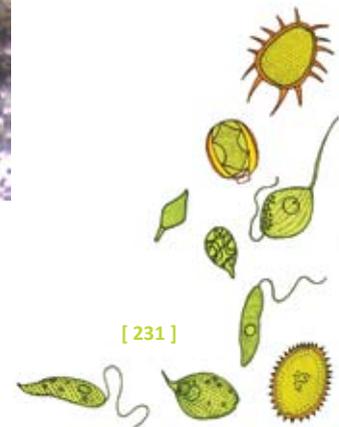
**Familia:** Batrachospermaceae

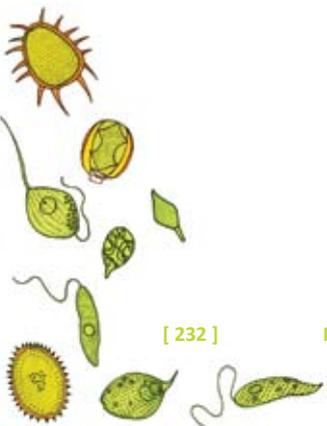
**Géneros:** *Batrachospermum*



## *Batrachospermum* Roth 1797

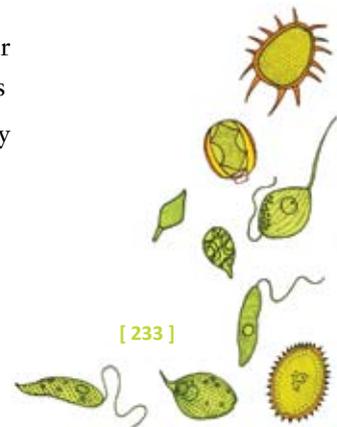
- **Células:** Generalmente cilíndricas (células axiales), las cuales están revestidas por las corticales, que nacen de la base de las ramas verticales.
- **Talo:** Filamentoso, segmentado en nodos (regiones de donde parten las ramas) e internodos (regiones situadas entre dos nudos consecutivos). Talo cubierto de mucilaginoso, carposporofitos definidos (determinados)
- **Ramificación:** Irregular, abundante
- **Verticilos:** situados a espacios regulares unos de otro tanto en el eje principal como en las ramas secundarias. Sobre estos generalmente se desarrollan los carpogonios.
- La tricogina es variable en forma y largo
- **Eje central:** Uniaxial y pueden formar un estrato que puede contener varias capas de células.
- **Hábitat:** Género son bastante comunes en aguas corrientes y limpias, aunque es posible que se encuentre en algunas lagunas y pantanos.
- **Registros en la Amazonia colombiana:** Ninguno.



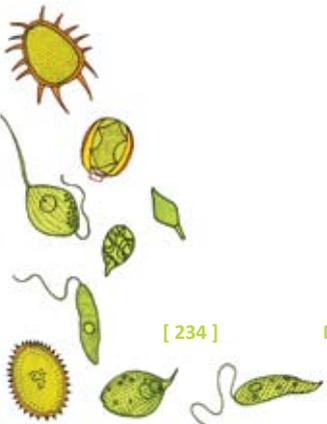


# Glosario

- **Acineto:** Célula que acumula sustancias de reserva. Es una espora de resistencia y reproducción
- **Almidón de florídeas:** Sustancia de reserva de las rodofíceas conformado por la polimerización de moléculas de glucano.
- **Antapical:** Opuesto al ápice, polo opuesto al polo apical
- **Androspora:** Espora que se desarrolla en un nanandro.
- **Androsporangio:** Gametangio que produce androsporas.
- **Anteridio:** Gametangio que produce gametos masculinos (anterozoides).
- **Baeocito:** Célula que se origina de la fusión múltiple del contenido celular de la célula madre y es liberada a través de una abertura
- **Carotenos:** Pigmentos que contienen carbono e hidrógeno con colores amarillos o rojos
- **Carpogonio:** Estructura sexual femenina generalmente unida a la tricogina
- **Cenobio:** Agrupaciones de formas definidas: lineales, reticuladas, esféricas, etc. compuestas por células de una misma generación
- **Chantransia:** Fase diploide dentro del ciclo de vida de las rodofitas de agua dulce que genera por meiosis estructuras gametofíticas (aparentemente, fase no obligatoria).
- **Colonia:** Agrupaciones de forma regular o irregular conformada por células de diferentes generaciones
- **Dioica:** Especie que produce gametos masculinos y femeninos en talos diferentes.

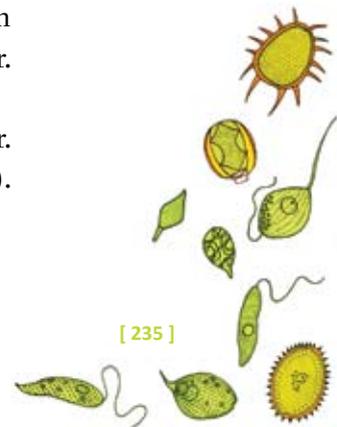


- **Estefanoconto:** Que tiene un anillo o corona de flagelos dispuestos alrededor de una papila anterior.
- **Espermatangios:** Gameto masculino, no móvil.
- **Filamentos:** Células que conforman el talo en los verticilos, concatenadas y uniseriadas, aun que ramificadas.
- **Monoica:** Especie en que los gametos femeninos y masculinos se producen en un mismo talo.
- **Nanándrica:** Especie en que los filamentos masculinos dan lugar a un androsporangio. Este libera androsporas que se fijan cerca al oogonio y se desarrollan en un pequeño filamento masculino o nanandro, el cual produce los gametos masculinos.
- **Nanandro:** Pequeños filamentos masculinos que se fijan cerca al oogonio y desarrollan uno o dos anteridios en su ápice.
- **Obcónico:** En forma de cono.
- **Oogámia:** Reproducción sexual en la cual se da la fusión de un pequeño gameto masculino flagelado (espermatozoide) y un gameto femenino grande e inmóvil (oosfera o huevo).
- **Oogonio:** Gametangio femenino que produce una o varias oósfemas.
- **Opérculo:** Apertura del oogonio en forma de tapa.
- **Pit-plug:** Conexiones presentes entre las células de las rodofitas
- **Talo:** El cuerpo de una “planta” en el cual no se presenta diferenciación de tejidos.
- **Tetrasporofito:** Fase diploide que produce tetrasporas (ausente en especies de rodofitas de agua dulce)
- **Tricogina:** Estructura receptora de los espermatangios y que permite la fecundación del carpogonio
- **Verticilos:** Agrupamiento de filamentos, a menudo del mismo tamaño y limitados en crecimiento

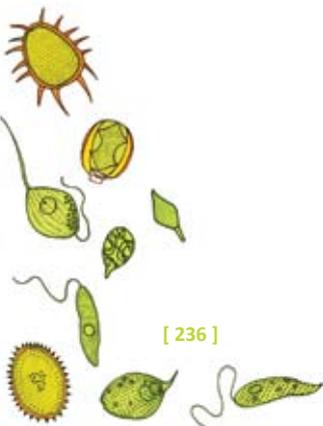


## Bibliografía

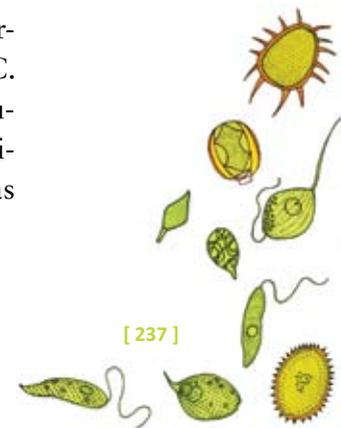
- Alonso, J. C., Núñez-Avellaneda, M., Mantilla-Cárdenas, L.M., Agudelo, E. & M. D. Escobar. 2007. The colombian amazon hydrographic net: a strategic source of water and biodiversity for the Amazon basin. En: IAP Water Programme Regional Workshop for the Americas, Brazil, July 24-28, 2006 São Paulo.
- Anagnostidis, K. & J. Komárek. 1988. Modern approach to the classification system of cyanophytes 3: Oscillatoriales. Arch. Hydrobiol. suppl. (Algological studies). 80. 1-(4 50-453) 327-472.
- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), Water Environment Federation (WEF). 2005. Standard methods for the examination of water & wastewater. Joint Editorial Board. 21st Edition.
- Bicudo, C. D. M & M. A. Menezes. 2006. Generos de Algas de Aguas Continentais do Brasil. Rima Editora - me
- Bourrelly, P. C. 1988. Les algues d'eau douce: initiation a la systématique. Paris: Societé NOUvelle des éditions Boubée. 182p.
- Canter-Lund, H & Lund, J.W.G. 1995. Freshwater algae: Their microscopic world explored. Biopress Ltd. Bristol. 360 p.
- Coesel, P. F. M. 1983. De Desmidiaceen van Nederland. Deel 2. Fam. Closteriaceae. Nr. 157.49p. Hoogwoud NH.
- Duque S. R., J. E. Ruiz, J. Gómez & E. Roessler. 1997. Limnología pp: 69-134 en IGAC (ed.).



- Zonificación ambiental para el plan colombo-brasileño (eje Apaporis – Tabatinga: PAT). Editorial Linotipia, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Duque S.R., Núñez-Avellaneda M., López-Casas S., & Marín Z.Y. 2007. Ecosistemas Acuáticos. Pág. 85 – 97. En: Ruiz S. L., Sánchez E., Tabares E., Prieto-C A., Arias-G J.C., Gómez R., Castellanos D., García P. y Rodríguez, L. (eds). Diversidad Biológica y Cultural del sur de la Amazonia Colombiana – Diagnóstico. Corpoamazonia, Instituto Humboldt, Instituto Sinchi, UAESPNN. Bogotá. 636p.
- Graham and Wilcox, 2000. Algae. Prentice Hall. 640p.
- Gutiérrez, F., L. E. Acosta & C. A. Salazar. 2004. Perfiles Urbanos en la Amazonia Colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI. 260p.
- Hoek Van Den, C., Mann, D & H. M. Jahns. 1996. Algae: Introduction to phycology. Cambridge University Press. Londres.
- Junk ,W. 1997. The central Amazon Floodplain. Sringer Verlag.
- IGAC (ed.). Zonificación ambiental para el plan colombo-brasileño (eje Apaporis – Tabatinga: PAT). Editorial Linotipia, Santafé de Bogotá, Colombia.
- Komárek, J. & B. Fott. 1983. Chlorophyceae (Grünalgen), Orden Chlorococcales. In: G. Huber Pestalozzi (Ed.) Das Phytoplankton des Süßwassers. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nagele und Obermiller) Vol 7(1), 1044p.
- Komárek, J. & K. Agnagnostidis. 1998. Cyanoprokariota. I. Teil: Chroococcales. In: Ettl, H., G. Gärtner, H. Heynig & D. Mollenhauer (Eds.). Süßwasserflora von Mitteleuropa 19/1. Gustav Fischer.
- Komarek, J. & K. Anagnostidis. 2005. Cyanoprokaryota. 2.Teil: Oscillatoriales. Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bd 19/2. Spektrum Akademischer Verlag 759 p.
- Kumano, S. 2002. Freshwater red algae of the world. Biopress Ltda. Londres.
- Margalef, R. 1978. Life-Forms of phytoplankton as survival alternatives in an unstable environment. Oceanología Acta 1:493-509.



- McClain, M., R. Victoria & J. Richey. 2001. The Biogeochemistry of the Amazon basin. Oxford University Press.
- Montenegro, D. 2008. Efecto del enriquecimiento con nutrientes en la dinámica del fitoplancton del lago ecuatorial Yahuaraca, Amazonas - Colombia. Universidad del Magdalena, Santa Marta. 85 pp.
- Mrozińska-Webb, T. 1985. Chlorophyta, 6: Oedogoniophyceae: Oedogoniales. In: Ettl, H., J. Gerloff, H. Heynig & D. Mollenhauer. (Eds). Süswasserflora von Mitteleuropa. Stuttgart: Gustav Fischer, Vol. 14, 624p.
- Núñez-Avellaneda, M. & S. R. Duque. 2001. Estudio del fitoplancton en ambientes acuáticos de la Amazonia colombiana. En: Franky, C. & C. Zarate (eds.). IMANI MUNDO, estudios en la Amazonia colombiana. Universidad Nacional de Colombia, Instituto Amazónico de Investigaciones IMANI. Editorial Unibiblos. Bogotá D. C.
- Núñez-Avellaneda, M., E. Agudelo, J. C. Alonso, M. D. Escobar. 2006. Ecosistemas acuáticos. En: Murcia, U. G. (Eds.) 2007. Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI. pp: 76-92
- Núñez-Avellaneda, M., Z. Y. Marín, J. C. Alonso, E. Ríos, C. Andrade-Sossa, A. Freitas & R. Gaya. 2006. Los ambientes pesqueros en la frontera colombo-peruana del río Putumayo. 31-45pp. En: Agudelo, E., J. C. Alonso & L. A. Moya (Eds.). Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo-peruana del río Putumayo. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas-SINCHI, Instituto Nacional de Desarrollo INADE. 100p.
- Pickett-Heaps, J.D. 1975. Green Algae: structure, reproduction and evolution in selected genera. Sinauer, Sunderland, U.S.A.
- Núñez-Avellaneda, M., J. C. Alonso & J. Donato. 2004. Limnología de los humedales del Departamento del Caquetá. En: Ricaurte, L. & J. C. Alonso. (Eds). Inventario y tipificación de humedales en el departamento de Caquetá. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas



- Sinchi - Convención Ramsar - Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (En preparación)
- Putz, R. & W. J. Junk. 1997. Phytoplankton and Periphyton. In: Junk, W. J. (Ed.) The Central Amazon Floodplain. Ecological studies, Vol 126. Springer. pp: 207-219.
- Reynolds, C. 2006. The ecology of phytoplankton. Cambridge University Press. 535p.
- Rueda-Delgado, G (Ed.). Manual de métodos en limnología. Asociación Colombiana de Limnología - ACL-Limnos.
- Rueda, G. 2006. Evaluación limnológica rápida en el río Inírida: Base para Zonificación minera de 50.000 Hectáreas en el Municipio de Inírida. Instituto SINCHI. Informe Técnico
- Sioli, H. 1950. Das wasser im Amazonasgebiet. Forsch. Fortschr. 26:274-280.
- Sioli H. 1984. The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. Junk Publishers. Boston.
- Tell, G. & V. Conforti. 1986. Euglenophyta pigmentadas de la Argentina. Bibliotheca Phycologica 75. 183p. J. Cramer.
- Tiffany, L.H. 1944. The Oedogoniales of Florida. American Midland Naturalist, Vol. 32, No. 1. pp. 98-136.
- Uherkovich, G. 1984. Phytoplankton. In: Sioli H. The Amazon: limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin. Dr. Junk Publishers. Boston.



